Ф. Ю. Зигель

Вселенная полна загадок

Детгиз – 1960

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

В книге Ф Ю. Зигеля «Вселенная полна загадок» рассказывается о некоторых, пока еще не решенных проблемах современной астрономии.

Издательство и автор выражают глубокую благодарность доктору физико-математических наук Алле Генриховне Масевич за ее ценную помощь в работе над этой книгой.

-
- Феликс Юрьевич Зигель
  - НА ПОРОГЕ НЕВЕДОМОГО
  - ЗЕМЛЯ В РОЛИ КОМЕТЫ
  - «ЛИЦО» ЛУНЫ
  - МЕРТВА ЛИ ЛУНА?
  - БУДУЩЕЕ ЛУНЫ И КОЛЬЦО САТУРНА
  - ВЗРЫВ НАД ТУНГУССКОЙ ТАЙГОЙ
  - ЧТО ЖЕ ТАКОЕ ТЕКТИТЫ?
  - ПЛАНЕТА ФАЭТОН
  - ПРИЗРАЧНЫЙ СВЕТ
  - МЕРКУРИЙ И ЕГО ДВИЖЕНИЕ
  - ЗАГАДКИ ВЕНЕРЫ
  - ЧЕТЫРЕ ГИГАНТА
  - У ГРАНИЦ ПЛАНЕТНОЙ СИСТЕМЫ
  - ЗАГАДОЧНАЯ КОМЕТА
  - СОЛНЦЕ ОСТАЕТСЯ НЕПОНЯТНЫМ
  - ПОЧЕМУ СВЕТЯТ ЗВЕЗДЫ
  - СОЛНЦА И ЗЕМЛИ
  - БЕСПОКОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ
  - ТАЙНЫ ЗВЕЗДНЫХ ВСПЫШЕК
  - СТРАННЫЕ ТУМАННОСТИ
  - ВОЗНИКАЮТ ЛИ ЗВЕЗДЫ В НАШИ ДНИ?
  - О КОНЦЕ, ЗА КОТОРЫМ ДОЛЖНО СЛЕДОВАТЬ НАЧАЛО
  - ШАРЫ ИЗ ЗВЕЗД
  - ЗА ПРЕДЕЛАМИ МЛЕЧНОГО ПУТИ
  - БЕСКОНЕЧНА ЛИ ВСЕЛЕННАЯ?
  - ЧЕЛОВЕК — ГРАЖДАНИН ВСЕЛЕННОЙ
- notes
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4

○ 5
○ 6

Ф. Ю. ЗИГЕЛЬ

ВСЕЛЕННАЯ ПОЛНА ЗАГАДОК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
МОСКВА 1960

Феликс Юрьевич Зигель
Вселенная полна загадок

Ум человеческий открыл много диковинного в природе и откроет еще больше, увеличивая тем свою власть над ней.

В. И. ЛЕНИН

НА ПОРОГЕ НЕВЕДОМОГО

Просторный и величественный актовый зал Московского университета был переполнен. Восемьсот астрономов из тридцати пяти стран съехались сюда, чтобы обсудить волнующие их научные проблемы. Еще никогда за всю историю астрономии не собиралось воедино так много представителей науки о звездах. Впрочем, и год, в котором происходил описываемый X съезд Международного астрономического союза, нельзя считать обычным— шел 1958 год, первый год новой, Космической эры.

Астрономия перестала казаться отвлеченной, лишенной практического значения наукой. Переворот, совершенный в истории человечества 4 октября 1957 года, изменил положение вещей. Заброшенный в мировое пространство первый искусственный спутник Земли, подобно сигнальной ракете, возвестил о начале проникновения человека в Космос. Стало очевидным, что возглавить эту «космическую экспансию» должны те, для которых Вселенная уже много веков является предметом тщательного изучения. Вот почему собравшиеся на съезд делегаты имели основание чувствовать себя «героями дня», что, разумеется, накладывало на них и большую ответственность.

Семь дней с утра и до позднего вечера проводились заседания тридцати восьми комиссий съезда, каждая из которых руководит работой в определенной области астрономии. Состоялось несколько пленарных заседаний и восемь симпозиумов, то есть подробных обсуждений наиболее важных астрономических проблем.

В эти августовские дни 1958 года четко наметился очередной рубеж, отделяющий достоверные знания от того, что пока еще остается неведомым.

Неведомое и таинственное… Оно окружает нас со всех сторон, углубимся ли мы в недра атомов или направим телескоп на звезды. Неисчерпаемая в своем бесконечном многообразии, природа всегда имела и будет иметь тайны. Для человека всегда останется, над чем мыслить и что исследовать. В этой неограниченности творческих исканий подлинный ученый находит великую радость жизни и смысл существования.

Пусть окружающий нас мир неисчерпаем и беспределен во всех отношениях, но то, что добыто наукой в процессе исследования, есть крупица истины, есть подлинное знание некоторых, хотя и не всегда значительных свойств объективной реальности — материи. И это знание увеличивает власть человека над силами природы. Оно дает ему могущество, границы

которого трудно предвидеть. В этом огромная практическая роль всякой науки, в том числе и астрономии.

Сторонники идеализма и религии рассматривают ограниченность наших знаний о мире как признак бессилия науки, как доказательство непознаваемости природы. Но их воззрения — это фальсификация действительности.

Природа не может быть познана вся целиком, до конца, — это верно. Но она познается наукой отчасти, отдельными своими сторонами и качествами, причем научные знания — не галлюцинация расстроенного воображения, а отражение в нашем сознании реальных фактов окружающего нас объективного мира. Если бы было иначе, мы не смогли бы использовать научные открытия на практике, которая и является способом проверки **достоверности того или иного научного открытия.**

Наука всегда находится на границе неведомого. Но она не пассивно созерцает это неведомое, а штурмует его всеми имеющимися у нее силами и *в* конечном счете непременно побеждает. Неведомое, неизвестное становится ведомым, познанным, а рубеж знания снова и снова отодвигается «в глубь» материи.

Так было, и так будет. Загадки природы, волнующие сегодня ученых, через некоторое и, может быть, весьма непродолжительное время непременно будут объяснены, а на смену им придут новые, еще более сложные и нерешенные научные проблемы.

Передо мной на столе лежит книга, изданная около ста лет назад на русском языке. Ее автор — знаменитый французский астроном Франсуа Араго, а книга называется «Общедоступная астрономия».

В свое время она считалась популярной энциклопедией астрономических знаний. Я листаю ее пожелтевшие страницы и представляю, где проходил передовой рубеж астрономической науки сто лет назад.

На странице 139 второго тома (СПб, 1861) бросается в глаза название главы: «Есть ли на Солнце жители?» На этот, еще спорный в те времена вопрос Араго дает следующий ответ:

«Если спросят: могут ли на Солнце существовать обитатели, организованные подобно жителям Земли, то я немедля дам утвердительный ответ. Существование в Солнце темного центрального ядра, окруженного непрозрачною атмосферой, за которой находится светоносная атмосфера, отнюдь не противоречит подобному предположению».

А вот еще одна любопытная глава: «Может ли Земля сделаться когда-либо спутником кометы?»

«Если бы большая комета, — пишет Араго, — прошла весьма близко от нас, то она, без сомнения, могла бы видоизменить эллипс, описываемый Землею вокруг Солнца. Если масса такой кометы будет весьма значительна, а расстояние ее весьма мало, то Земля, оставив Солнце, начнет описывать эллипс вокруг кометы, или, другими словами, сделается ее спутником. Такое событие возможно, хотя и весьма маловероятно…»

Через несколько страниц, еще ярче демонстрируя уровень знаний той эпохи о кометах, Араго выступает защитником идей о наличии на комете… живых существ!

Если сравнительно близкие к Земле небесные тела были изучены так плохо, то что же можно было сказать сто лет назад о звездах и звездных системах?

И в то же время на многих страницах книги Араго встречаются утверждения, с которыми полностью согласится и современный астроном. Это достоверные знания, прочно утвердившиеся в науке, или, лучше сказать, составляющие тот незыблемый фундамент, на котором продолжает и ныне созидаться астрономия.

Весьма возможно, что лет через сто некоторые места в современных астрономических сочинениях покажутся нашим потомкам очень наивными, способными вызвать только улыбку. Но скорее всего это произойдет не через сто лет, а гораздо раньше, так как темпы научного и технического развития человечества необычайно возросли.

Миллионы лет потребовались для того, чтобы человекообразная обезьяна превратилась в первобытного человека, который умел изготавливать простейшие каменные орудия, но еще не знал, как добыть огонь.

Прошло еще около миллиона лет, прежде чем человек нашел способ развести первый костер. Это великое событие отделено от нашей эпохи несколькими десятками тысяч лет.

От первого костра до первого колеса протекло не менее пятидесяти — шестидесяти тысяч лет.

Потом движение ускорилось, темпы возросли. За несколько тысяч лет человеческая техника прошла путь от первой телеги до первого реактивного самолета.

А затем, в наши дни и на наших глазах, произошло что-то вроде взрыва. В 1942 году был совершен первый полет на реактивном самолете. А через пятнадцать лет ринулся в Космос первый советский искусственный спутник Земли!

Миллионы лет, тысячелетия — и всего пятнадцать лет!

А ведь за эти пятнадцать лет произошли и другие великие события. Первое из них — человек овладел атомной энергией. В

грохоте атомного взрыва пришел на Землю атомный век. Спустя несколько лет первые атомные бомбы, взорванные над Хиросимой и Нагасаки, стали казаться безобидными игрушками по сравнению с теми чудовищными силами уничтожения, которые сосредоточил человек в водородной бомбе.

За те же пятнадцать лет открыты новые элементарные частицы, называющиеся до сих пор так только по традиции. Микромир оказался гораздо более сложным, чем о нем думали, а главное — таящим в себе невообразимо огромные запасы энергии.

В те же полтора десятка лет родилась кибернетика удивительная наука, очень быстро и с поразительным успехом поставившая на службу человеку «думающие машины».

Еще двести лет назад техника мало отличалась от той, какая была в древнем Риме или в древней Греции. Но за последние два века человек из скромного обитателя Земли превратился в покорителя Вселенной.

Это ли не «взрыв» в прогрессе человечества, за которым, разумеется, должно что-то последовать. Но что именно?

Человечество находится сейчас на распутье. Один из путей — это путь атомной войны и самоистребления. Другой путь — это путь человека в Космос, путь невиданного могущества и расцвета творческих сил человека, для которого со временем обжитым домом станет вся солнечная система, а не только Земля. Это — путь к звездам, вполне достижимым в будущем с помощью фотонных ракет.

Путь к гибели и уничтожению и путь к неограниченному могуществу, к полному господству над силами природы— других путей для человечества нет.

Об этих двух путях взволнованно говорил при открытии съезда президент Международного астрономического союза Анри Данжон.

О борьбе с силами зла, о международном сотрудничестве ученых в этом благородном деле говорили в своих выступлениях и другие участники съезда.

Неведомое, еще неоткрытое таит в себе и величайшее благо для человека и величайшее зло. Все зависит ог того, как человек сумеет использовать открываемые им новые силы природы.

X съезд Международного астрономического союза помог сплотить силы астрономов для решения не только астрономических загадок, но и важных политических задач. Астрономы разъехались по своим обсерваториям с горячим желанием работать над разрешением астрономических проблем, а главное — приложить все силы к тому, чтобы направить

человечество на путь мира и прогресса.

Загадки Вселенной, обсуждавшиеся на съезде, весьма многочисленны и разнообразны. Одни проблемы интересны только специалистам-астрономам, другие могут заинтересовать всякого любознательного человека.

О некоторых из этих проблем мы теперь и расскажем.

ЗЕМЛЯ В РОЛИ КОМЕТЫ

История необыкновенного открытия, о котором пойдет речь, началась давно.

Еще в 1803 году, путешествуя по южным странам, знаменитый немецкий естествоиспытатель Александр Гумбольдт обнаружил странное явление. Когда ночной воздух был особенно чист и прозрачен, в области неба, противоположной Солнцу, удавалось заметить тусклое, еле различимое свечение. Занимая на небе площадь, во много раз большую полной Луны, свечение имело ясно выраженную овальную форму.

Описав в числе других диковинок природы странное «противосияние», Александр Гумбольдт предоставил будущим исследователям решить вопрос о его происхождении.

Прошло, однако, ровно полвека, прежде чем противосияние снова привлекло внимание ученых. Не зная о наблюдениях Гумбольдта, в 1853 году Джонс, а спустя три года Брорзен, увидев противосияние, приписали его открытие себе.

Стланное призрачное свечение существовало — в этом не было никаких сомнений. Удалось даже установить, что по мере продвижения Солнца по зодиакальным[1] созвездиям смещается и противосияние. Когда Солнце по истечении года снова возвращается в исходное зодиакальное созвездие, подобное путешествие по поясу Зодиака завершает и противосияние.

Разумеется, как годовое движение Солнца, так и годовое странствование противосияния лишь кажущиеся. Земля обращается вокруг Солнца, а противосияние при этом все время находится за Землей, в стороне, противоположной Солнцу. Как бы укрепленное на невидимом стержне, проходящем через центры Земли и Солнца, противосияние участвует в годовом движении нашей планеты. Как и Земля, оно за год завершает оборот вокруг главного светила солнечной системы.

Факты казались в высшей степени странными. Нечто, именуемое противосиянием, имеет заметное свечение. Что же светится там, в глубине ночного неба? Если противосияние состоит из газов, то почему же эти газы не рассеиваются в пространстве, почему в течение многих десятилетий противосияние обладает замечательным постоянством, отнюдь не свойственным газовым облакам?

Газовое, жидкое и твердое состояние противосияния— только из этих трех возможностей приходилось выбирать ученым прошлого века. Газовое состояние как будто отпадает, жидкое также: за пределами Земли, в леденящем холоде безвоздушного

пространства жидкость существовать не может. Значит, остается одно — предположить, что противосияние является каким-то твердым образованием.

Но здесь возникают новые загадки. Если противосияние твердое, холодное образование, то его свечение может быть только отражением солнечных лучей. Значит, противосияние должно быть далеко от Земли, во всяком случае дальше того места, где кончается конус земной тени. Иначе говоря, противосияние отстоит от Земли не ближе, чем на 1 350000 километров.

Теперь сообразим, может ли противосияние быть сплошным твердым телом, вроде Земли или Луны. Допустим, что противосияние находится на самом кончике земной тени. Тогда, учитывая, что с Земли оно видно под средним углом около 6 градусов, получаем, что истинный поперечник противосияния должен быть близок к 140 тысячам километров! Если же противосияние отстоит еще дальше, то его размеры будут еще больше.

Получилась явная нелепость. Где-то вблизи Земли находится колоссальное планетообразное тело с поперечником не меньше, чем у Юпитера, причем, обладая огромной массой, оно совершенно не влияет на движение Земли и других планет. Больше того, нарушая законы Кеплера, это странное тело обращается вокруг Солнца с тем же периодом, что и Земля, хотя его расстояние от Солнца значительно больше.

Нет, сплошным твердым телом противосияние быть не может. Остается как будто только одна возможная гипотеза — загадочное противосияние представляет собой огромный рой мелких твердых частиц. Освещенный Солнцем, рой кажется с большого расстояния сплошным телом, хотя на самом деле общая масса его частиц весьма мала, а потому их притяжение и не оказывает заметного воздействия на Землю.

Так рассуждал астроном Гюльден, выступивший в 1894 году с «метеоритной» гипотезой противосияния. Он указал, что, по законам небесной механики, на прямой, проходящей через центры Солнца и Земли, есть одна из так называемых либрационных точек. Тело небольших размеров, помещенное вблизи этой точки, постоянно будет описывать вокруг нее сложные орбиты сравнительно небольших размеров, так что рой из подобных частиц постоянно будет виден с Земли в стороне, противоположной Солнцу. По подсчетам астронома Мультона, разделявшего идеи Гюльдена, центр роя должен находиться от Земли на расстоянии около 1 500000 километров, то есть за концом земной тени.

Объяснение, данное Гюльденом и Мультоном, казалось настолько правдоподобным, что в течение почти четырех десятилетий загадка противосияния считалась решенной.

Но в истории науки нередки случаи, когда принятые и как будто не вызывающие сомнений гипотезы подвергаются пересмотру и своеобразной ревизии. То же произошло и с гипотезой Гюльдена — Мультона.

В 1938 году группа московских астрономов во главе с профессором Н. Д. Моисеевым решила проверить расчету Гюльдена и Мультона. Исследование велось более обстоятельно и разносторонне, чем в конце прошлого века. Результат получился несколько неожиданный: метеоритный рой Гюльдена — Мультона, как показали вычисления профессора Г. Н. Дубошина, должен быть неустойчивым. Частицы, его составляющие, обречены на постепенное рассеяние в пространстве, и, таким образом, удивительное постоянство противосияния снова стало загадочным и необъяснимым.

Во время войны несколько сотрудников Московского университета во главе с профессором И. С. Астаповичем переехали в Ашхабад для оказания помощи местным научным кадрам.

Наиболее южная из советских республик — Туркменская по праву считается солнечной страной. На ее территории, недалеко от Мары, находится полюс ясности Советского Союза, в районе которого в среднем за год бывает около трехсот сорока семи солнечных дней. Исключительные прозрачность и спокойствие воздуха в районе Ашхабада как нельзя более благоприятствуют проведению астрономических наблюдений. По меткому выражению И. С. Астаповича, «прекрасное звездное небо — одно из природных богатств Туркмении», «разработка» которого особенно интенсивно развернулась после 1942 года. Одной из главных задач, поставленных И. С. Астаповичем перед руководимым им коллективом, была разгадка природы противосияния.

Наблюдения, начатые летом 1942 года, велись каждую ясную и безлунную ночь. Когда противосияние вместе со звездами поднималось достаточно высоко над горизонтом, астрономы отмечали яркость противосияния, его размеры, форму, цвет, положение среди звезд и, наконец, неоднородности в самом загадочном свечении. Наблюдения повторялись по нескольку раз в ночь, причем наблюдатели всячески стремились учесть влияние атмосферы и света ночного неба на видимость противосияния. Упорство и настойчивость, проявленные ашхабадскими астрономами, принесли богатые плоды. Постепенно выяснились

новые факты, приблизившие разгадку противосияния.

Во-первых, уже осенью 1942 года, сравнивая еле уловимый цвет противосияния с окраской некоторых областей Млечного Пути, И. С. Астапович пришел к выводу, что загадочное свечение имеет зеленоватый оттенок.

Во-вторых, яркость противосияния, как показали наблюдения, подвергалась заметным, а иногда и очень быстрым изменениям. Бывали ночи, когда за какие-нибудь полчаса яркость увеличивалась на двадцать — тридцать процентов. Как бы разгораясь и снова затухая, противосияние отдаленно напоминало изменчивое полярное сияние.

Сходство было не только внешним. Однажды, в конце сентября 1943 года, удалось зарегистрировать особенно яркую вспышку противосияния. Спустя некоторое время И. С. Астапович получил письмо с Карельского фронта, в котором его сестра сообщала, что в последних числах сентября ландшафты Карелии освещались необычайно мощным трехдневным полярным сиянием. Сомнений не было. Противосияние должно иметь газовую природу. По окраске оно похоже на свечение ночного неба или полярного сияния, а его вспышки, как и для последнего, объясняются воздействием Солнца. Очевидно, что не только вспышки, но и вообще само свечение противосияния должно вызываться чем-то, испускаемым Солнцем.

На мысль о газовой природе противосияния наводили и другие факты.

Как уже говорилось, еще Гумбольдт заметил, что противосияние имеет овальную, или, точнее говоря, эллиптическую форму. По наблюдениям И. С. Астаповича, большая ось (наибольший поперечник) противосияния достигала длины 13 градусов (то есть в двадцать шесть раз больше видимого диаметра полной Луны), тогда как малая полуось простиралась не более чем на 8 градусов.

Замечательно, что и форма и размеры противосияния были совсем не такими постоянными, как думали раньше. По наблюдениям в Ашхабаде, иногда в течение часа наибольший поперечник противосияния увеличивался на 3–4 градуса. Нередко менялись его размеры и в других направлениях.

В семнадцати случаях иногда к западу, иногда к востоку от противосияния появлялись какие-то яркие и непостоянные световые придатки. Расстояние их от края противосияния никогда не превышало 6 градусов.

Внутри самого противосияния наблюдались меняющиеся по расположению более светлые и менее яркие участки. Самое яркое место противосияния не всегда совпадало с его геометрическим

центром, иногда отходя от него в сторону на 2–3 градуса. В особенно «прозрачные» и темные ночи большая ось противосияния увеличивалась до 23, а малая до 13 градусов.

Короче говоря, противосияние оказалось изменчивым образованием, и только его расположение в области неба, противоположной Солнцу, отличалось удивительным постоянством. Впрочем, здесь надо оговориться. Центр эллипса противосияния, как было замечено еще в 1907 году, не совпадает с точкой, прямо противоположной Солнцу. Он отстоит от нее к западу на 3 градуса (то есть почти на шесть поперечников Луны).

Совершенно ясно, что перечисленные факты противоречили гипотезе Гюльдена — Мультона. Метеоритный рой никак не мог обладать такой быстрой изменчивостью, какая наблюдалась у противосияния. Но и гипотеза о газовой природе загадочного свечения также встречала большие затруднения.

В самом деле, если противосияние — это газовое облако, расположенное за конусом земной тени, то почему оно не рассосется в пространстве? Если же противосияние находится внутри земной атмосферы, то почему оно светится и что заставляет его всегда находиться в стороне, противоположной Солнцу?

Чтобы разрешить эти противоречия, И. С. Астапович решил измерить расстояние до загадочного облака.

Попытки такого рода были предприняты еще в 1893 году. Два астронома, один в Перу, а другой в Калифорнии, одновременно определяли положение противосияния среди звезд. Однако никакого кажущегося, параллактического смещения они не заметили. Неудача их была вызвана тем, что оба астронома не учитывали рефракцию, то есть искривление пути световых лучей в земной атмосфере. Благодаря рефракции каждое светило как бы приподнимается над горизонтом, между тем как параллактические смещения «опускают» светила. Оба явления, близкие по величине, уравняли друг друга, а потому наблюдения американских астрономов и не дали желаемого результата.

И. С. Астапович поступил иначе. Благодаря вращению Земли вокруг оси наблюдатель перемещается в пространстве. Следовательно, в течение ночи он смотрит на противосияние с разных позиций, из различных точек пространства. Поэтому, если противосияние сравнительно близко к Земле, оно в течение ночи должно слегка сместиться на фоне более удаленных звезд. Такие наблюдения и были проведены в Ашхабаде.

Расплывчатость и изменчивость противосияния сильно мешали работе. Трудно было с уверенностью наметить центр свечения, а затем следить за его смещением на фоне звезд.

В течение почти двух лет И. С. Астапович и его помощники сто шестьдесят семь раз измерили положение центра противосияния. Параллактическое смещение было наконец обнаружено! Загадочное облако оказалось удаленным от Земли в среднем на 125 тысяч километров. Подсчеты Мультона носили чисто теоретический характер, тогда как результат И. С. Астаповича отвечал наблюдаемым фактам.

Может быть, было бы лучше, если бы оказался прав не Астапович, а Мультон! Ведь таинственное облако располагалось слишком близко к Земле. Оно попало внутрь конуса земной тени, которая тем не менее почему-то нисколько не мешала его свечению.

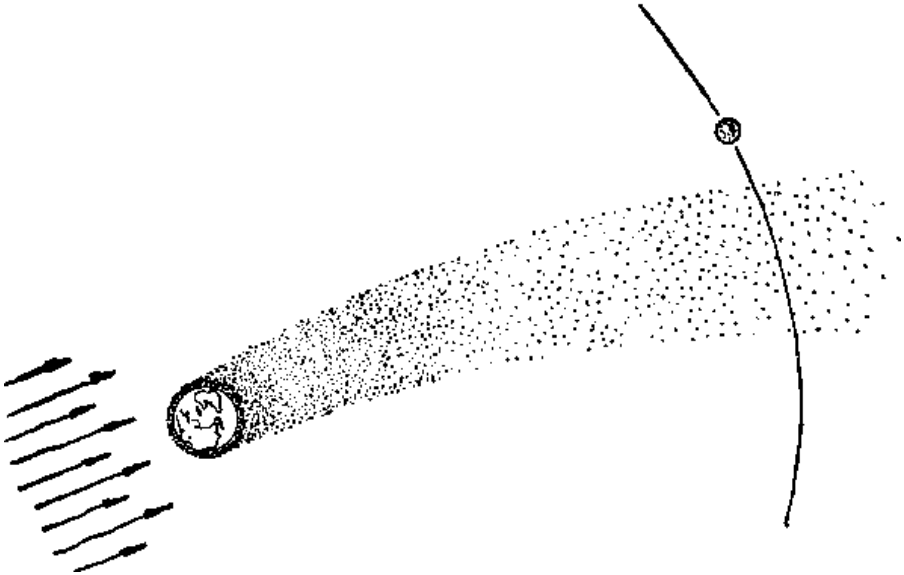
И все же отказаться от мысли о газовой природе противосияния было невозможно. Слишком много фактов выступало в защиту этой гипотезы. Но тогда следовало объяснить, почему противосияние не рассеивается в пространстве.

После долгих размышлений И. С. Астапович пришел к таким заключениям.

Газовое облако, порождающее противосияние, должно непрерывно пополняться все новыми и новыми порциями газа. Только в этом случае ему обеспечено сравнительно устойчивое существование в течение по крайней мере многих десятилетий.

Совершенно естественно, что источником пополнения противосияния может быть лишь тот исполинский газовый океан, который окутывает нашу планету.

От внешних частей земной атмосферы к противосиянию, по-видимому, тянется какой-то газовый рукав, состоящий из непрерывно движущихся газов. Иначе говоря, у Земли, вероятно, есть своеобразный газовый отросток, точнее — газовый хвост, направленный, как и кометные хвосты, в сторону, противоположную Солнцу. Само же противосияние не является каким-то облакообразным сгустком газов вблизи Земли. Противосияние— это проекция на звездное небо газового хвоста Земли.



Газовый хвост Земли простирается дальше лунной орбиты.

Если бы хвост Земли светился на всем своем протяжении, то противосияние не существовало бы — его свечение «размазалось» бы на все небо.

Однако в действительности свечение в хвосте начинается с расстояния около 125 тысяч километров от Земли. Только с этого участка мы и начинаем видеть хвост Земли, представляющийся нам каким-то оторванным от Земли светящимся облаком.

Так был открыт газовый хвост Земли — удивительная часть нашей планеты, о существовании которой многие из ее обитателей даже не подозревают.

Открытие И. С. Астаповича привлекло внимание многих ученых. Начались детальные исследования противосияния с помощью различных приборов.

Осенью 1948 года на горной астрофизической обсерватории вблизи Алма-Аты академик В. Г. Фесенков и его сотрудники получили ряд фотографий противосияния. Снимки производились с помощью светосильных фотокамер и потому качество их было весьма высоким.

Противосияние фотографировалось несколько раз в течение ночи, и по фотографиям удалось снова определить его удаленность от Земли. Она получилась весьма близкой к величине, найденной И. С. Астаповичем.

На той же обсерватории астроном Н. Б. Дивари изучал яркость противосияния с помощью специального фотометра.

Показания прибора совпали с выводами, полученными при наблюдениях невооруженным глазом. Противосияние изменялось и по форме и по яркости.

Наконец, сотрудник горной обсерватории М. Г. Каримов весной 1949 года получил фотографию спектра противосияния. Несмотря на применение высокочувствительных пленок, экспозиция (выдержка) при съемке составила в общей сложности тридцать пять часов— так слаб свет противосияния.

Выяснилось, что спектр противосияния мало отличается от спектра ночного неба, порождаемого разреженными газами верхних слоев атмосферы. Тем самым газовая природа противосияния была окончательно установлена.

В спектре противосияния выделялись линии, характерные для азота и кислорода — главных составляющих земной атмосферы. Таким образом, спектрограф подтвердил несомненную связь противосияния с атмосферой Земли. Гипотеза И. С. Астаповича превратилась в строго установленный факт.

Трудно представить себе Землю в роли кометы. И все же некоторое сходство между Землей и кометами, несомненно, есть.

Газовый хвост Земли должен быть очень длинен. Если считать, что убывание яркости в нем происходит по тому же закону, что и в газовых кометных хвостах, то, как показывают расчеты Астаповича, газовый хвост Земли имеет длину около 650 тысяч километров, то есть простирается далеко за орбиту Луны.

Как и газовые кометные хвосты, газовый хвост Земли слегка отклонен в сторону, обратную движению Земли вокруг Солнца. Этим обстоятельством и объясняется тот факт, что центр противосияния смещен на 3 градуса к западу от точки, противоположной Солнцу.

Эллиптическая форма противосияния, как считает академик В. Г. Фесенков, вызвана сплюснутостью земной атмосферы в направлении, перпендикулярном к плоскости земной орбиты. Поэтому и любые поперечные сечения газового хвоста Земли имеют сплюснутую эллиптическую форму.

Газовый хвост Земли состоит из быстро движущихся молекул. Выброшенные за границы атмосферы отталкивательным действием лучей Солнца, эти молекулы сплошным газовым потоком непрерывно рассеиваются в межпланетное пространство. Их скорость движения такова, что в течение суток состав хвоста обновляется несколько раз.

Некоторым может показаться, что такая «утечка» земной атмосферы через хвост Земли опасна для жизни человечества. Не можем ли мы, в самом деле, через какое-то время лишиться воздушной оболочки и погибнуть от удушья?

Подсчеты показывают, что подобные страхи неосновательны. Если бы даже газовые запасы земной атмосферы ниоткуда не пополнялись, то и в таком случае атмосферное давление уменьшилось бы наполовину лишь за миллиард лет.

На самом же деле в атмосферу непрерывно поступают все новые и новые порции газов при извержении вулканов, при дыхании животных, растений и при других биологических процессах. Таким образом, о катастрофической потере атмосферы Земли через ее газовый хвост не может быть и речи.

Хотя Земля имеет кометообразный хвост, ее сходство с кометами носит скорее все же внешний характер — слишком уж различна природа этих тел.

В кометах их твердая часть — ядро — представляет собой скопление ледяных глыб затвердевших газов с включенными в них твердыми частицами типа метеоритов. Земной шар совершенно непохож на кометное ядро. Весьма различны и их размеры. Поперечник самых крупных из кометных ядер не превышает обычно нескольких километров, то есть почти в несколько тысяч раз меньше поперечника Земли.

Газовый хвост Земли отличается от кометных хвостов и по своему составу. В состав газовых хвостов комет, кроме ионизированных молекул азота, входят молекулы угарного газа. В газовом хвосте Земли, кроме азота, присутствует также и углекислота. Есть, конечно, и другие очевидные различия между кометами и Землей.

Земля не комета. Но Земля имеет кометообразный хвост, природа которого все-таки еще не вполне ясна. Чем, например, объяснить свечение газового хвоста Земли? Возможно, что его молекулы, поглощая энергию солнечных лучей, затем переизлучают ее, сияя холодным светом. Но почему тогда это свечение начинается только на расстоянии около 125 тысяч километров от Земли, а более близкие части хвоста остаются темными?

В кометах, имеющих крохотное ядро, молекулы их исполинских хвостов всегда освещаются Солнцем. Газовый хвост Земли в значительной своей части находится внутри конуса земной тени, но, скрытый от солнечного освещения, все же светится. Не вполне ясна и природа тех сил, которые «сдувают» молекулы земной атмосферы в сторону, противоположную Солнцу.

Загадка противосияния не вполне разрешена. Есть еще вопросы, над которыми следует подумать. Большую помощь в изучении газового хвоста Земли окажут ее искусственные спутники. Сфотографировав Землю извне, за границами

атмосферы, можно будет избежать маскирующего действия последней. На таких снимках газовый хвост Земли будет виден гораздо лучше, чем при фотографировании с земных обсерваторий.

Очень может быть, что газовые хвосты есть и у других планет. Например, близкая к Солнцу и окутанная густой атмосферой Венера должна иметь газовый хвост, не уступающий земному. Правда, обнаружить его с Земли очень трудно — слишком слабо свечение хвоста и слишком ярок тот сумеречный фон неба, на котором обычно наблюдается Венера.

Еще более слабым хвостом должен обладать Марс, уже растерявший значительную долю своей первичной атмосферы. Что же касается больших планет: Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна, то обнаружить их хвост вряд ли удастся — слишком далеки они от Солнца и слишком велики массы этих планет. По всей вероятности, планеты-гиганты вовсе лишены газовых хвостов.

История открытия газового хвоста Земли показывает, что мы еще далеко не полностью изучили нашу планету. Тем более это относится к другим небесным телам.

«ЛИЦО» ЛУНЫ

На одной из наиболее известных картин Леонардо да Винчи изображена молодая женщина со странной, загадочной улыбкой. Чувствуется, что Джоконда — таково имя женщины — скрывает какую-то тайну, и знание тайны дает ей превосходство над остальными людьми.

Мне вспомнилась эта картина, когда я подумал о «лице» Луны. Постоянно обращенное к нам, давно рассмотренное в мельчайших подробностях, оно тем не менее остается во многих отношениях загадочным.

Для невооруженного глаза полная Луна действительно имеет некоторое сходство с человеческим лицом. Сероватые пятна, покрывающие ее поверхность и называемые условно морями, в сочетании с круглым лунным диском делают Луну похожей на добродушно улыбающееся лицо толстяка.

Однако всякое сходство с человеческим лицом бесследно исчезает, когда наблюдаешь Луну в телескоп. Поэтому выражение «лицо» Луны можно употреблять только в чисто условном смысле, понимая под этим обращенную к Земле часть лунной поверхности.

Первое, что бросается в глаза наблюдателю Луны, это огромное количество кольцеобразных лунных гор, наибольшие из которых называются цирками, а остальные— кратерами. Уточним, что цирками обычно называют те из кольцеобразных лунных гор, которые имеют плоское, гладкое дно, нередко такого же сероватого оттенка, как и лунные моря. В отличие от цирков, в центре лунных кратеров возвышается остроконечная гора, называемая центральной горкой.

В настоящее время известно, что не менее чем в сорока случаях центральные горки обладают жерлами.

Карта лунных морей: 1 — Море Кризисов; 2— Море Спокойствия; 3 — Море Изобилия; 4 — Море Нектара; 5 — Море Ясности; 6 — Море Паров, 7 — Море Дождей; 8 — Океан Бурь; 9 — Море Облаков; 10 — Море Влажности; 11 — Море Холода; 12 — Болото Гниения; 13 — Срединный Залив; 14 — Залив Радуги.

Общее число кольцеобразных гор, усеивающих «лицо» Луны, исчисляется, по-видимому, десятками тысяч. Еще многочисленнее так называемые поры — небольшие, диаметром от нескольких километров до сотни метров, углубления в лунной поверхности, или вовсе лишенные кольцевого вала, или имеющие очень пологий, низкий вал. Сотни тысяч пор повсюду усеивают поверхность лунных материков.

Рельеф Луны резко отличается от привычной нам картины земного рельефа. На Земле нет ничего похожего на лунные цирки и кратеры. Правда, Земля окружена сравнительно плотной, густой

воздушной оболочкой, а Луна практически лишена атмосферы, и это различие должно было сильно сказаться на развитии обоих небесных тел. Разрушительное действие ветра и воды могло за миллиарды лет стереть на Земле первоначальные формы ее рельефа, быть может напоминавшие лунные кратеры. Луна же благодаря отсутствию процессов выветривания сохранила свой первоначальный вид.

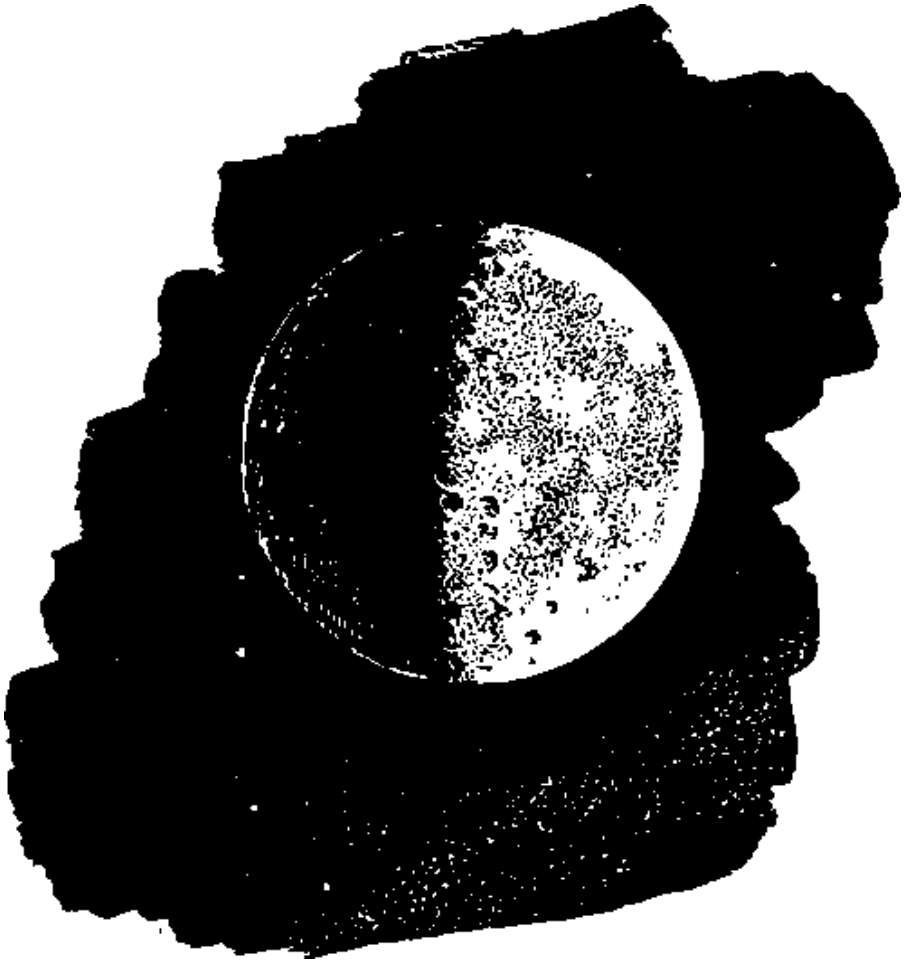
Но такое объяснение все же не удовлетворяет нас. Образовавшиеся в одних и тех же областях солнечной системы, Земля и Луна слишком различны, слишком не похожи друг на друга, чтобы эту разницу можно было объяснить только процессами выветривания. Здесь кроется какая-то загадка, еще не решенная наукой.

Нам известны две причины, которые могли образовать лунные кратеры. Это, во-первых, вулканические процессы, происходившие когда-то на Луне, и, во-вторых, падение на поверхность Луны крупных метеоритов.

То, что падающие метеориты способны образовывать кратеры, не вызывает сомнений. Классическим примером метеоритного кратера может служить знаменитая Аризонская воронка, образованная упавшим несколько тысяч лет назад исполинским метеоритом. Поперечник Аризонского кратера (1200 метров) сравним с поперечником некоторых лунных пор или мельчайших из лунных кратеров.

Несколько крупнее другой недавно открытый на полуострове Лабрадор метеоритный кратер — его поперечник близок к 3,5 километра. Не исключена возможность, что огромная воронка поперечником 19 километров, найденная еще много лет назад в Центральной Африке и известная под названием Нгоро-Нгоро, имеет метеоритное происхождение.

И все-таки согласитесь, что даже крупнейшие из земных метеоритных кратеров кажутся пигмеями по сравнению с такими исполинами, как лунный кратер Коперник (поперечник 90 километров) или лунный цирк Птоломей (поперечник 165 километров), не говоря уже о таком уникальном лунном образовании, как цирк Гримальди (поперечник 235 километров). Кроме того, плоское дно лунных цирков совсем не похоже на углубленное воронкообразное дно метеоритных кратеров.



Поверхность Луны покрыта кольцевыми горами.

Сторонники метеоритной гипотезы происхождения лунных кратеров проделывали опыты, бросая на слой цемента или размельченного мела небольшие кусочки того же вещества. Иногда удавалось получить миниатюрные кратеры, внешне напоминающие лунные. Однако огромная разница в масштабе лишает эти опыты особой убедительности.

Трудно поверить, что когда-то на Луну выпал огромный рой колоссальных метеоритов, сравнимых по размерам с астероидами. Искалечив «лицо» Луны, этот рой почему-то совершенно не задел Землю, иначе какие-то следы космической «бомбардировки» должны были бы сохраниться до наших дней. Откуда взялся этот рой?

Почему с тех пор ничего подобного не происходило ни с Луной, ни с Землей, ни с какой-нибудь из планет?

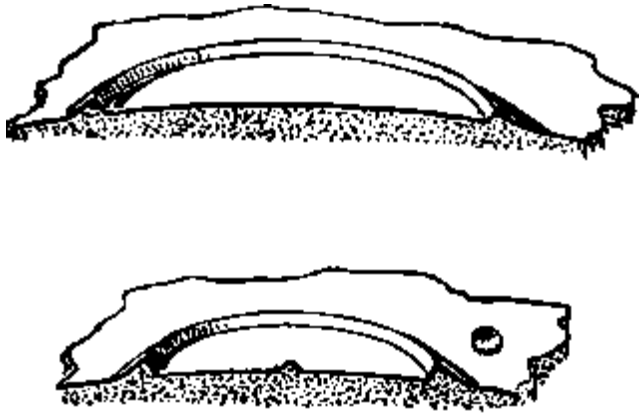
На эти вопросы трудно дать удовлетворительный ответ.

Сторонники метеоритной гипотезы в одном правы. Метеориты играли и играют значительную роль в формировании лунной поверхности, правда, не в том смысле, как они предполагают. Только некоторые небольшие лунные кратеры могли возникнуть в результате падения на Луну метеоритов. Но зато каждый метеорит, врезающийся в лунную поверхность, сильно разрыхляет ее. При почти мгновенной остановке метеорита связи между его молекулами разрушаются, и твердое тело космического камня становится похожим на чрезвычайно сильно сжатый газ. Такой газ стремится к неограниченному расширению, в результате которого происходит взрыв метеорита, по мощности не уступающий взрыву наиболее энергичных взрывчатых веществ.

По исследованиям советских астрономов профессоров К. П. Станюковича и В. В. Федынского, при ударе метеорита о землю со скоростью 50 километров в секунду в пар обращается не только сам метеорит, но и значительная часть окружающих его пород, причем в отдельных случаях количество испарившегося и раздробленного вещества может в тысячи раз превосходить массу метеорита.

Лишенная воздушной брони, Луна непрерывно подвергается метеоритной «бомбардировке». Удары метеоритов раздробляют поверхностные лунные породы и благодаря им за миллиарды лет Луна должна покрыться: слоем раздробленного вещества, толщина которого, возможно, измеряется несколькими метрами.

Разумеется, взрыв метеорита сопровождается резким; повышением температуры. Раздробленные в порошок лунные породы подвергаются воздействию этой высокой температуры и, расплавляясь, образуют нечто, напоминающее вулканический шлак. Такое заключение, обоснованное недавно ленинградским астрономом профессором Н. Н. Сытинской, хорошо согласуется с данными наблюдений. Окраска и отражательная способность лунной поверхности весьма сходны с окраской и отражательной способностью некоторых вулканических шлаков.



Схематический разрез лунного цирка Птоломей (вверху) и кратера Коперник.

Метеориты разрушают лунную поверхность, но главные особенности лунного рельефа — лунные цирки и крупные кратеры — созданы не ими. Причину их образования следует искать внутри Луны, в тех вулканических силах, которые в истории Луны должны были играть главную, определяющую роль.

Прежде всего ясно, что лунные кратеры образовались не одновременно, не вследствие какой-то кратковременной катастрофы (какой могло быть неожиданное выпадение исполинских метеоритов), а постепенно, в различные эпохи, разделенные миллионами, а может быть, и десятками миллионов лет.

Вот только некоторые факты, подтверждающие эту мысль.

У восточного края лунного Моря Нектара расположены три крупных кратера: Феофил, Кирилл и Катарина. Самый северный из них, кратер Феофил, вторгается внутрь соседнего кратера, Кирилл, у которого благодаря этому вал не замкнут. Совершенно ясно, что сначала должен был возникнуть кратер Кирилл, а уже затем образовался разрушивший его кратер Феофил. Таких взаимно пересекающихся кратеров на Луне очень много, и они свидетельствуют о том, что горообразование на Луне происходило в различные эпохи.

Весьма интересны в этом отношении многочисленные паразитические кратеры. Этим не совсем благозвучным термином называют небольшие кратеры, которые усеивают валы, а нередко и дно крупных лунных цирков.

В качестве примера можно привести находящийся в южном полушарии Луны огромный лунный цирк Клавий, на валу и дне которого насчитывается не менее двадцати кратеров-паразитов.

Несомненно, что последние возникли после образования цирка Клавий.

На поверхности Луны наряду с прекрасно сохранившимися «молодыми» кратерами можно найти и немало таких, которые частично или почти полностью разрушены. Наиболее ярким примером подобных образований является Залив Радуги, находящийся в северо-восточном углу лунного Моря Дождей. Берег этого залива когда-то представлял собой вал исполинского цирка, не уступающего по своим размерам цирку Гримальди. Что же касается второй половины вала этого цирка, то она как бы «утонула» в том ныне твердом веществе, которое заполняет впадину Моря Дождей.

Таких полузатопленных кратеров очень много. Естественно предположить, что на месте моря, в котором наблюдаются эти кратеры, был материк. Благодаря мощным тектоническим процессам, когда-то происходившим в этом районе Луны, материк опустился к центру Луны, и поверхность его, усеянная кратерами, была затоплена каким-то темным веществом, вроде лавы или магмы.

Есть все основания считать, что впадины лунных морей образовались в результате опускания лунной поверхности. Поэтому по берегам лунных морей и наблюдаются полуразрушенные кратеры. Там же виднеются ступени, или террасы, свидетельствующие о том, что процесс опускания происходил неоднократно.

Весьма интересным и пока загадочным образованием на Луне являются так называемые кратеры-фантомы, или кратеры-призраки.

Представьте себе, что вы наблюдаете сравнительно ровную темно-серую поверхность какого-нибудь лунного моря. И вдруг замечаете выделяющееся на его фоне бледное туманное кольцо. Оно напоминает вал кратера, во при этом не отбрасывает никакой тени. Создается впечатление, что в лунное море погружен какой-то кратер, вал которого «просвечивает» через его поверхность.

Если бы речь шла о море в земном смысле этого слова, то просвечивание кратера через небольшую толщу воды было бы вполне понятным. Но как может просвечивать кратер через твердую поверхность лунного моря, если даже он погружен в это море всего на несколько метров?

Не следует думать, что все лунные кратеры возникли до образования лунных морей. Можно привести много примеров прекрасно сохранившихся заведомо «молодых» лунных кратеров, которые находятся на их поверхности.

Обратите, например, внимание на известную тройку

кратеров, носящих имена Архимеда, Аристила и Автолика, которые возвышаются, как бы не тронутые временем, над равниной Моря Дождей. Ясно, что они образовались после того, как возникло это море, которое в других своих частях имеет затопленные или полузатопленные кратеры. То же можно сказать и об огромном кратере Коперник, резко выделяющемся на поверхности Океана Бурь.

Хорошо известно, что земные горы имеют различный возраст. Так, на территории СССР наряду с молодым Кавказским хребтом с его живописными горными вершинами находятся древние полуразрушившиеся Уральские горы.

Подобную картину мы видим и на Луне. Упомянутые лунные Апеннины — это пример молодых гор, а лунный Алтай, расположенный к востоку от Моря Нектара, представляет собой весьма древнюю горную систему.

Извергалась ли из недр Луны раскаленная лава? На этот вопрос можно дать утвердительный ответ.

Во-первых, трудно представить себе погружение кратера в лунные моря, не предполагая, что когда-то поверхность этих морей представляла собой полужидкую магматическую массу.

Во-вторых, на Луне есть «столовые» горы, или «заполненные» кратеры, типичным представителем которых является кратер Варгентин. По-видимому, в далеком прошлом это был обычный кратер с углубленным, сравнительно плоским дном. Произошедшее внутри кратера извержение лавы привело к тому, что Варгентин наполнился лавой до краев и «застыл», превратившись в типичную «столовую» гору.

Итак, в длительной истории Луны были периоды интенсивной вулканической деятельности, сопровождавшейся опусканием значительных областей лунной поверхности; эти периоды сменялись затем эпохами относительного покоя и постоянства.

В развитии Земли и Луны как небесных тел есть много общего. Поэтому особенности рельефа Луны и закономерности формирования ее поверхности могут быть изучены не только методами астрофизики, но и специальным морфологическим анализом, разработанным в «земной» геологии.

Со дна лунной трещины видна Земля.

Советский ученый А. В. Хабаков, впервые широко применивший методы геологии к изучению Луны, различает

шесть периодов в истории формирования лунной поверхности.

В отдаленную эпоху, которую он называет первоначальной, поверхность Луны была покрыта бугристой и гребнистой твердой корой. Тогда на поверхности нашего спутника почти не было кольцевых гор, которые в таком изобилии наблюдаются в настоящее время. Трудно сказать, сохранились ли до сих пор следы той эпохи. Возможно, что почти лишенные кратеров участки лунных Кордильер и некоторые бугристые районы возвышенных областей Луны являются остатками первоначального рельефа.

Затем наступил древнейший, или доалтайски й, период. В это время происходило интенсивное образование кратеров, следы которых, по-видимому, проявляются в фестончатой (зубчатой) изъеденности края древних Алтайских гор.

Более уверенно можно говорить о следах следующего древнего, или алтайского, периода. От него уцелел изогнутый хребет Алтайских гор, бывший когда-то берегом огромного, но исчезнувшего в следующий период моря. Этот период А. В. Хабаков называет средним, или птоломеевским. Тогда образовалось множество кольцевых гор, полуразрушившиеся остатки которых мы наблюдаем теперь на поверхности материков. Примером таких гор может служить цирк Птоломей. В тот же период образовались и те кратеры, которые ныне мы видим полузатопленными или полностью затопленными в темном веществе лунных морей.

Птоломевский период сменился океанским периодом, когда на смену бесследно исчезнувшим древним морям возникли и сформировались Океан Бурь, Море Дождей и другие знакомые нам темные пятна лунного «лица».

Наконец, эпоху, переживаемую ныне Луной, можно назвать новейшим, или коперниковским, периодом. На дне лунных морей возникли новые кратеры, в частности Коперник, которые выделяются на фоне более древних лунных кратеров своей прекрасной сохранностью.

Картина развития Луны, которую мы только что нарисовали, разумеется, далека от совершенства. Это скорее отдельные мазки, нуждающиеся в существенных дополнениях. Многое в «лице» Луны остается пока неясным.

Так, например, на поверхности Луны наблюдаются глубокие расселины, называемые трещинами. Они действительно похожи на трещины в сухой глине или штукатурке. Но разница масштабов, разумеется, огромна. Лунные трещины в среднем имеют длину около 100 километров, а ширину и глубину порядка нескольких сотен метров. Удивительную картину увидели бы мы,

очутившись на дне какой-нибудь из лунных трещин.

Трудно сказать, каково происхождение лунных трещин. Возможно, что растрескивание лунной поверхности обусловлено большой разностью температур лунным днем и лунной ночью. А может быть (что правдоподобнее), поднятие и опускание лунной коры сопровождались ее растрескиванием. Какое из этих предположений соответствует истине, мы не знаем.

Не менее загадочны лунные борозды, которые в отличие от лунных трещин обладают менее крутыми стенками и плоским, неглубоким дном. Ширина борозд достигает нескольких километров, а длина измеряется десятками километров. По внешнему виду борозды несколько напоминают русла пересохших рек. Но сходство здесь, конечно, только внешнее. На Луне никогда не было рек и сколько-нибудь заметной атмосферы. В создании лунного рельефа вода не участвовала.

Пожалуй, самым загадочным образованием лунной поверхности являются светлые лучи, расходящиеся радиально от многих кратеров. Даже в обыкновенный полевой бинокль можно во время полнолуния заметить колоссальный пучок светлых лучей, расходящихся от лунного кратера Тихо. Люди, впервые наблюдающие Луну в телескоп, нередко спрашивают, не является ли центр схождения лучей одним из полюсов Луны — так велико сходство этих лучей с начерченными на глобусах меридианами. На самом деле кратер Тихо далек от южного полюса Луны. Но благодаря системе выходящих из него лучей он действительно кажется каким-то центром на лунной поверхности.

Светлые лучи кратера Тихо.

Что это за лучи? Почему они тянутся на сотни, а в отдельных случаях и на тысячи километров, совершенно не считаясь с лунным рельефом? Ни горные цепи, ни моря, ни лунные кратеры нисколько не изменяют их направления. Как будто какой-то исполинский маляр, шутки ради, нанес на поверхность Луны полоски белой краски!

Интересно отметить, что венец лучей, расходящийся от кратера Тихо, начинается в 60 километрах от вала кратера. Ближе к кратеру (вокруг него) виднеется темная зона.

Поскольку и в других случаях некоторые кратеры являются центром схождения системы светлых лучей, естественно, казалось, предположить, что загадочные лучи возникли при мощном извержении, центром которого был кратер. Трудно отделаться от мысли, что лучи представляют собой продукты извержения, что-то вроде пепла, разбросанного в разные стороны от кратера.

Такое объяснение встречает, однако, затруднения. Исследования, проведенные профессором Н. П. Барабашовым на Харьковской обсерватории, показали, что светлые лучи не могут состоять из какого-нибудь мелко раздробленного вещества. В этом случае они отражали бы свет иначе, чем остальные детали лунной поверхности, чего в действительности нет.

С другой стороны, все попытки обнаружить тени, отбрасываемые лучами, не увенчались успехом. Правда, американский астроном Пэз, наблюдавший Луну в 1924 году, сообщил потом, что ему якобы с огромным трудом удалось рассмотреть тени, которые отбрасывали лучи. Но так как ни до, ни после этого единичного неуверенного наблюдения никто теней не видел (хотя сейчас наблюдают Луну с вдвое более крупным телескопом, чем Пэз), можно считать, что Пэз ошибся. Загадочные лучи удивительно плоски и совсем не похожи на сколько-нибудь значительные насыпи.

Некоторые кратеры окружены сплошным светлым сиянием, в котором нельзя различить отдельные лучи. В других случаях кратер имеет светлый придаток, внешне напоминающий хвост кометы.

Природа этих светлых образований так же загадочна, как и природа светлых лучей.

Оригинальна гипотеза, предложенная недавно французским астрономом Дарнеем. Он считает, что светлые лучи возникли одновременно с кратерами. Мощный тектонический процесс, образовавший кратер, должен был, по его мнению, вызвать

растрескивание лунной поверхности в радиальном направлении. Поднявшаяся затем из недр Луны светлая лава заполнила трещины и образовала то, что мы называем лучами. Лава может быть более пористой, изрытой, чем остальная лунная поверхность, и потому, сильнее отражая солнечный свет, она кажется блестящей.

То, что мы рассказали о «лице» Луны, вероятно, убедило читателя в одном: ближайшее к нам небесное тело изучено еще явно недостаточно, и на долю будущих исследователей Луны выпадет немало интереснейших открытий.

На съезде Международного астрономического союза в Москве американский астроном Кейпер демонстрировал прекрасные, изобилующие подробностями фотографии видимой стороны Луны. Созданный им новый фотоатлас Луны, несомненно, поможет лучше разобраться в природе и происхождении лунного рельефа.

МЕРТВА ЛИ ЛУНА?

У читателя могло создаться впечатление, что в настоящее время Луна представляет собой мертвый мир. Те грандиозные процессы вулканического характера, которые в конце концов сформировали современное «лицо» Луны, давно уже прекратились, и как будто нет сил, способных вновь пробудить этот уснувший мир.

Впрочем, состояние Луны сравнимо именно со сном, но не со смертью. На Луне, несомненно, происходят некоторые изменения, реальность которых подтверждается многочисленными наблюдателями, исследовавшими Луну в течение десятилетий.

Оговоримся, что в ряде случаев астрономы впадали в ошибки. То, что они принимали за изменения лунного рельефа, в действительности были изменения в освещении того или иного участка Луны.

Так, например, еще в 1783 году знаменитому английскому астроному Вильяму Гершелю показалось, что он открыл две вновь образовавшиеся лунные горные цепи. На самом деле Гершель стал жертвой своеобразного оптического обмана: наблюдавшиеся им горы существовали и раньше, но не были доступны наблюдению из-за неблагоприятных условий освещения. Подобные ошибки повторялись и в XIX веке. Любопытно, например, что немецкий астроном Пульфрих, исследуя фотоснимки Луны с помощью специального прибора — стереокомпаратора, обнаружил… обвал одной из лунных гор! Проверка, однако, показала, что «изменения на Луне» вызваны повреждением светочувствительного слоя фотопластинки.

И все-таки на Луне не все мертво, есть там и реальные изменения. Вот, например, интересные факты, касающиеся лунного кратера Линней.

Еще в 1645 году Гевелий наблюдал этот кратер вполне отчетливо, причем он казался ему крупным и глубоким. Несколько лет спустя Гримальди изображает его на своих рисунках то кратером, то белым пятном. Затем в течение почти полутора веков ряд опытных астрономов отмечает *на* месте бывшего кратера какое-то белое пятно. Но в 1824 году и в последующие десятилетия кратер Линней снова виден! Его зарисовывают, измеряют поперечник, исследуют глубину. Однако этим история не кончается.

В 1866 году астроном Ю. Шмидт тщетно пытается отыскать кратер Линней на том месте, где совсем недавно он его отчетливо наблюдал. Кратер снова исчез!

Не веря своим глазам, Шмидт просит других астрономов посмотреть в телескоп на тот район Моря Ясности, где должен был находиться таинственный кратер. Но и они не видят того глубокого крупного кратера поперечником в 11 километров и глубиной 300 метров, который был описан еще Гевелием. Вместо него вскоре заметили небольшую впадину поперечником в несколько километров, лишенную характерного для кратера вала. Прошло еще немного времени — исчезла и эта впадина. С тех пор кратер Линней в его первоначальном виде больше не появлялся.

В настоящее время на том месте, где когда-то был кратер Линней, видно белое пятно переменной величины и небольшая горка с узким, глубоким жерлом.

Советский исследователь Луны профессор А. В. Марков в 1918 году определил поперечник этой горки в 2 километра. Ту же небольшую горку видел в 1951 году харьковский астроном Н. П. Барабашов.

История кратера Линней настолько же интересна, насколько и загадочна. Есть, однако, и другие аналогичные факты.

Так, например, в течение всего XIX века многие астрономы отмечали находящийся в Море Ясности небольшой, но вполне отчетливо видимый кратер Таке поперечником около 6 километров. Виден этот кратер и на фотоснимках, полученных в Парижской обсерватории в конце прошлого века. Тем не менее 15 февраля 1910 года астроном Корн, сам неоднократно наблюдавший ранее кратер Таке, не смог его обнаружить. На месте внезапно исчезнувшего кратера Таке виднелось небольшое белое пятнышко. Любопытно отметить, что другие кратеры, окружавшие кратер Таке, были видны так же хорошо, как и всегда.

В последующие дни картина не изменилась, но 28 февраля 1910 года кратер Таке снова появился, а светлое пятно, в этот день еле видимое, через несколько суток окончательно исчезло.

В течение последующих двух лет загадочный кратер иногда исчезал, как бы скрываясь за каким-то белым облаком, а затем снова появлялся.

Еще более резкие изменения произошли с кратером Альхазен, находящимся на западном крае Моря Кризисов. На снимках Парижской обсерватории, сделанных в конце прошлого века, здесь виден крупный кратер поперечником около 30 километров. В настоящее время кратер Альхазен невидим — его странное исчезновение зафиксировано многими наблюдателями.

Как объяснить перечисленные факты? Скорее всего причиной их служат проявляющие себя внутренние силы Луны, ее вулканическая деятельность. Изменчивость кратера Таке,

возможно, вызвана периодическими извержениями, при которых выделяющееся из вулкана газовое облако на некоторое время заслоняет собой кратер.

Извержения, происходившие в кратере Линней, были более мощными. Они, возможно, сопровождались перемещениями лунной коры, которые частично разрушили кратер. Еще разрушительнее действовали вулканические силы в районе кратера Альхазен. Здесь они не оставили от кратера никаких заметных следов.

Подчеркнем, что приведенные объяснения отнюдь не общепризнанны и не достоверны. Есть астрономы, как, например, ленинградская исследовательница Луны профессор Н. Н. Сытинская, которая вовсе отвергает реальность изменений на Луне, во всяком случае тех, которые до сих пор наблюдались.

К числу последних относятся также наблюдения загадочных темных пятен на дне некоторых цирков и в других местах лунной поверхности.

Некоторые из этих пятен ведут себя весьма странно: во время полнолуния, когда лунная поверхность освещена наиболее сильно, они увеличиваются в размерах и делаются заметно темнее. Следовательно, эти пятна не могут быть тенями от каких-либо лунных возвышенностей — ведь тогда в полнолуние они были бы наиболее короткими и наименее темными.

Во время лунных затмений темные пятна на дне лунного кратера Шиккард и в других местах Луны по мере погружения в земную тень уменьшаются в размерах. Когда затмение кончается, пятна снова восстанавливают свой первоначальный вид.

Логично предположить, что их изменения, по крайней мере в этих случаях, связаны с изменением температуры лунной поверхности. Правда, такой вывод мало что проясняет в природе таинственных пятен.

На дне лунных цирков Эратосфен, Платон и некоторых других ряд наблюдателей замечал странные темные пятна зеленоватого оттенка, которые с изменением солнечного освещения медленно передвигались по дну цирка.

Американский астроном В. Пиккеринг в 1894 году высказал мнение, что перемещающиеся по дну Эратосфена темные пятна есть… скопища лунных насекомых, что-то вроде наших муравьев, которые ищут для себя наиболее удобное место! Вряд ли когда-нибудь в истории астрономии высказывалась более странная гипотеза, и неудивительно, что она не встретила поддержки. Правда, тот же Пиккеринг несколько позже заявил, что изменяющиеся темные пятна на Луне — это скудная лунная растительность. С наступлением лунного дня температура

поверхности Луны повышается, растительность возрождается, и потому пятна становятся- более зелеными. К концу лунного дня лунные растения чахнут, и пятна поэтому оказываются блеклыми, потускневшими.

Такую точку зрения защищают и некоторые из современных зарубежных астрономов, в частности английский астроном Мур.

В последнее время Мур тщательно исследовал лунный кратер Аристарх — самое яркое образование на лунном диске. Ему удалось увидеть на дне Аристарха слабые темные радиальные полосы, впервые замеченные некоторыми астрономами еще в прошлом веке. Полосы не остаются неизменными. Они периодически то удлиняются, переходя даже за границы вала кратера, то снова укорачиваются.

В 1949 году Мур открыл еще около двух десятков лунных кратеров, в которых наблюдаются подобные удивительные полосы. Мур предполагает, что радиальные полосы представляют собой трещины в лунной поверхности, идущие от центральной горки — вулкана. С наступлением лунного дня температура повышается, и из трещин выделяются какие-то газы, возможно углекислота. Она-то и дает жизнь тем примитивным растительным организмам, которые располагаются вдоль трещин.

То, что из недр Луны иногда выделяются газы, вряд ли вызывает сомнение. Тот же Мур в 1950 году внутри одного из кратеров Мессье увидел блестящее белое облако, впоследствии рассеявшееся. Годом раньше, в 1949 году, астроном Торнтон наблюдал клуб беловатого пара в лунной долине Геродот.

В ночь на 3 ноября 1958 года астроном Крымской астрофизической обсерватории Н. А. Козырев фотографировал спектр лунного кратера Альфонс. Центральная горка Альфонса получилась на спектрограмме сильно размытой и красноватой.

Когда через два часа Н. А. Козырев получил второй снимок спектра того же объекта, его поразили необычайные яркость и белизна центрального пика. Полчаса спустя яркость пика внезапно упала до обычной и продолжала оставаться такой же в последующие ночи.

По мнению Н. А. Козырева, все эти странные факты объясняются извержением газов и вулканической пыли из центральной горки Альфонса, которая, таким образом, представляет собой действующий лунный вулкан.

Наблюдались сходные явления и в XIX веке. Но эти извержения по сравнению с масштабом всей Луны ничтожно малы, и они, безусловно, не могут создать достаточную для жизни атмосферу. По новейшим данным, лунная атмосфера, если она вообще существует, должна иметь плотность в миллиард раз

меньшую плотности комнатного воздуха.

Впрочем, границы распространенности и приспособляемости жизни никем еще не установлены. Жизнь, представляющая собой, по словам известного советского астронома, члена-корреспондента Академии наук СССР Г. А. Тихова, «явление чрезвычайно упорное», может быть, и проявляет себя как-то даже на Луне.

Больше ста лет назад, в 1856 году, немецкий астроном Ганзен опубликовал работу, в которой доказывал, что Луна якобы имеет форму яйца, которое обращено к Земле своей острой стороной. «Наблюдение убеждает нас в том, — писал он, — что эта часть Луны скорее всего лишена жизни». Но иначе сложились условия на другой, невидимой стороне Луны. Там, как уверял Ганзен, благодаря массивности тупой части лунного яйца должны были скопиться вся лунная атмосфера, остаться вода и возникнуть жизнь.

Подобно мифическому двуликому богу Янусу, Луна, по Ганзену, имеет два «лица». Одно, обращенное к нам, мертво и безжизненно. Другое «лицо», навсегда скрытое от глаз обитателей Земли, наоборот, представляет собой цветущий, обитаемый мир.

Статья Ганзена произвела сенсацию. Однако вскоре обнаружилось, что в расчеты немецкого астронома вкрались досадные ошибки. Луна вовсе не похожа на яйцо, как представлял себе это Ганзен. По современным исследованиям, проведенным советским астрономом профессором А. А. Яковкиным, Луна почти шар. Направленный к Земле радиус превосходит перпендикулярные к нему радиусы всего на несколько километров. Разница есть, но вызвать те следствия, о которых говорил Ганзен, она, разумеется, не может.

Несмотря на то что Луна всегда повернута к нам своим «лицом», мы кое-что знаем и о ее невидимом «затылке».

Строго говоря, доступна наблюдению не половина, а около 60 процентов лунной поверхности. Дело в том, что благодаря явлениям, которые астрономы называют либрациями, Луна кажется нам как бы слегка покачивающейся. Эти покачивания вызываются четырьмя причинами.

Во-первых, обращаясь вокруг Земли по эллипсу, Луна движется неравномерно — с приближением к Земле ее скорость увеличивается, с удалением от Земли уменьшается. В то же время вращение Луны вокруг своей оси совершается почти равномерно. Из-за этого, как нетрудно сообразить, мы иногда заглядываем то за левый, то за правый край лунного диска. Это либрация по долготе.

Во-вторых, плоскость лунного экватора составляет с

плоскостью земной орбиты угол около 6 градусов. Так как при обращении Луны вокруг Земли ее воображаемая ось вращения перемещается параллельно самой себе, земной наблюдатель заглядывает то за южный, то за северный полюсы Луны. В этом заключается либрация по широте.

В-третьих, вращающаяся Земля имеет значительные размеры. Поэтому, в течение суток переносясь в пространстве вместе с другими окружающими нас предметами, мы смотрим на Луну из разных точек этого пространства. Из-за этого нам частично приоткрывается то один, то другой край Луны. Такова так называемая параллактическая либрация.

Наконец, в-четвертых, из-за вытянутости Луны в направлении к Земле вращение ее вокруг оси совершается, строго говоря, не вполне равномерно. Покачиваясь вокруг собственного центра тяжести, Луна и при этой физической либрации немного приоткрывает свою невидимую часть.

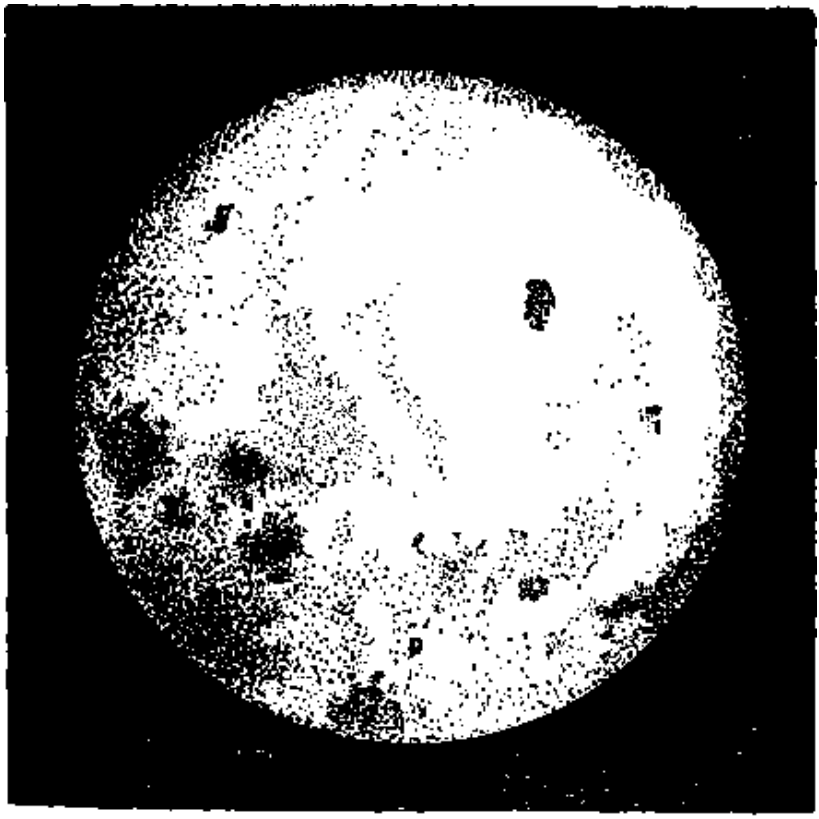
Итак, в результате совокупного действия всех либраций мы видим 3/5 лунной поверхности. Открывающиеся нам части Луны по своей природе совершенно сходны с тем, что мы наблюдаем в центральных областях лунного диска.

Пронаблюдайте, например, хотя бы в бинокль пограничные лунные Моря Гумбольдта, Новое, Краевое, Смита, Южное и другие. Вы увидите, что появляющиеся из-за края Луны части этих морей имеют такой же вид и такую же природу, как и постоянно видимые области.

Давно уже высказывались предположения, что горные массивы, наблюдаемые в районе южного полюса Луны, не обрываются на краю видимого лунного диска (что невероятно), а распространяются на некоторое расстояние и в невидимую часть Луны. То же следует сказать и о морях, наблюдаемых на краю лунного диска, — все они имеют продолжение и «по ту сторону».

Межпланетная автоматическая станция, «отпочкованная» вторым советским лунником, совершила в октябре 1959 года беспримерный научный эксперимент. В заранее определенный наиболее удобный момент она повернулась объективами фотоаппаратов к невидимой с Земли стороне Луны, сфотографировала ее, обработала пленку, а затем передала изображение обратной стороны нашего спутника на Землю. Изумительны не только все эти процессы, протекавшие без непосредственного участия человека, но и высокое качество первых фотографий неизвестных лунных сторон.

Внимательно рассмотрим портрет лунного «затылка».



Море Гумбольдта
Джордано Бруно
Максвелл
Ломоносов
Эдисон
Жолио-Кюри
Море Краевое
Попов
Герц
Непер
Лобачевский
Море Смита
Пастер
Море Плодовитости
Море Гостеприимства
Хребет Советский
Курчатов
Море Москвы
Цзу Чун-чжи
Менделеев
Циолковский
Жюль Верн
Море Спокойствия

Невидимая с Земли часть Луны (фотография и схема).

Обратная сторона Луны оказалась не совсем такой, как предполагали астрономы.

Прежде всего обращает на себя внимание обилие светлых областей и сравнительно небольшое число темных пятен. Первые из них представляют собой обширные горные страны, занимающие, по-видимому, около 90 процентов обратной стороны Луны. Характерно, что крупных кратеров здесь очень мало. Если на знакомом нам полушарии Луны насчитывается около пятидесяти тысяч этих своеобразных форм лунного рельефа, причем поперечник многих из них превышает сотню километров, то на обратной стороне Луны замечено пока всего несколько кратеров, наибольший из которых — кратер Циолковский имеет диаметр, близкий к 100 километрам.

Этот кратер весьма интересен. Он имеет очень яркую центральную горку, представляющую собой бывший, а может быть, и поныне действующий вулкан. Любопытно, что вокруг кратера Циолковский не замечено никаких светлых радиальных лучей, таких, например, которые в изобилии наблюдаются вокруг кратера Коперник.

Два других кратера, названных именами Ломоносова и Жолио-Кюри, меньше кратера Циолковский. На карте обратной стороны Луны можно найти еще несколько кратеров, названных именами выдающихся деятелей науки. Вот, собственно, и все кратеры, которые пока удалось рассмотреть на обратной стороне Луны. Их около десятка. Как это непохоже на почти сплошь усеянное кратерами «лицо» Луны!

Возможно, что обширные горные массивы обратной стороны Луны вовсе лишены кратеров и представляют собой всхолмленные плоскогорья. Уровень их различен — об этом свидетельствуют сероватые полутени, которые, по-видимому, лежат ниже окружающих, более светлых областей.

Главной деталью рельефа обратной стороны Луны является исполинский горный хребет Советский. Раскинувшись в длину на две с лишним тысячи километров, он не имеет себе равных на Луне.

В сторону частично видимых с Земли морей — Краевого, Смита и Южного — хребет Советский обрывается крутыми уступами, окаймляющими огромную долину. С другой стороны он гораздо более пологий.

В самом центре новооткрытых горных стран виднеется темное пятно неправильной формы. Это Море Москвы, принадлежащее к типу кратерных морей. Таким термином

астрономы называют небольшие лунные моря, окаймленные высоким валом, что придает им сходство с лунными кратерами. Возможно, что это сходство объясняется общностью происхождения как тех, так и других объектов. Дно его темное, напоминающее дно обычных лунных морей. В Море Москвы выделяется узкий и углубленный Залив Астронавтов.

Вторым невидимым с Земли морем является огромное Море Мечты. На снимках оно видно лишь частично и по площади во всяком случае во много раз превышает известное лунное Море Кризисов. Его очертания еще будут изучаться.

Опубликованные фотографии обратной стороны Луны показывают не всю эту сторону, а только ее большую часть. Поэтому в дальнейшем предстоит открытие новых, пока еще неизвестных лунных объектов. Лунный глобус еще сохранил белые пятна.

Новые открытия на Луне поставили перед наукой и новые загадки. Главная из них — резкое различие видимой и невидимой с Земли сторон Луны. В поисках причин этого факта выдвинуто несколько гипотез.

Одна из них основывается на различном освещении видимой и обратной сторон Луны. Как известно, с доступного нашим глазам полушария Луны можно наблюдать солнечные затмения. В эти моменты Земля отбрасывает тень на Луну и для земного наблюдателя происходит лунное затмение.

Земная тень сравнительно быстро бежит по поверхности Луны. На ее пути благодаря отсутствию лунной атмосферы резко колеблется температура — иногда за полчаса на 250 градусов! Возможно, что затмения, регулярно повторявшиеся в течение миллиардов лет, «будоражили» поверхностные слои видимой стороны Луны, благодаря чему вулканические силы проявили здесь себя весьма заметно. На обратной стороне Луны Земля не видна и солнечных затмений никогда не происходит. Может быть, именно поэтому рельеф обратной стороны Луны имеет более спокойный характер.

С другой стороны, теория приливов приводит к выводу, что приливные силы со стороны Земли сильнее воздействуют на видимую, более близкую часть Луны, чем на ее обратную сторону. Это различие тоже могло сказаться на формировании лунного рельефа. Наконец, возможно, что частота падений метеоритов неодинакова для видимого и обратного полушарий Луны, что также нельзя не учитывать.

Таким образом, уже сейчас намечены пути, которые приведут к раскрытию новых лунных тайн.

Разведка ближайшего небесного тела только начинается. В

дальнейшем космические ракеты создадут вокруг Луны постоянные ее спутники, которые обеспечат ученых непрерывной научной информацией о соседнем мире. Благополучная посадка автоматической лаборатории на поверхность Луны позволит детально изучить природу всех загадочных образований лунной поверхности. А затем — это будет, по-видимому, сравнительно скоро — на поверхность соседнего мира ступит и человек.

БУДУЩЕЕ ЛУНЫ И КОЛЬЦО САТУРНА

В научно-фантастической повести Алексея Толстого «Союз пяти» описывается необыкновенная авантюра, предпринятая биржевыми дельцами. Эти энергичные «герои», для достижения богатства не стесняющиеся в средствах, решили не более, не менее, как… взорвать Луну!

По их расчетам, паника, неизбежная во время гибели Луны, поможет им совершить такие финансовые спекуляции, в результате которых они станут владыками всей Земли.

И вот на уединенном острове, затерявшемся среди просторов Тихого океана, готовится чудовищное преступление. Ракетные снаряды, начиненные сильнейшим взрывчатым веществом, должны в намеченный срок направиться к Луне и, вонзившись в нашего спутника, разорвать его на части.

Наконец наступает «неделя ужаса». Ракетные снаряды брошены в Луну. Ко всеобщему ужасу они достигают цели.

Вот как описывает Алексей Толстой гибель Луны:

«Вдалеке из-за безобразной островерхой башни восьмиэтажного дома выплыла Луна. Она была медного и мутного цвета. Она казалась больше обычного размером, и вся словно окутана дымом. Самое страшное в ней было то, что диск ее колебался подобно медузе.

Прошло много минут молчания. Стоявший на столе высокий тучный человек во фраке, в шелковом цилиндре набекрень, зашатался и повалился навзничь. После этого началось бегство, давка, дикие крики. Люди с поднятыми тростями наскакивали на кучу мужчин и женщин и били по головам и плечам. Пролетели стулья в воздухе. Захлопали револьверные выстрелы.

Луна, — это ясно теперь было видно, — развалилась на несколько кусков…

… Это зрелище разбитого на осколки мира было так страшно, что в первые часы много людей сошло с ума, — бросились с мостов в каналы, накладывали на себя руки, не в силах подавить ужаса».

Картина, которую нарисовал знаменитый писатель, действительно ужасна. Но, вероятно, большинство читателей «Союза пяти» и не подозревало, что с Луной на самом деле может произойти подобная катастрофа.

Правда, биржевые спекуляции здесь ни при чем, а роль «взрывателя Луны» выполнят силы тяготения.

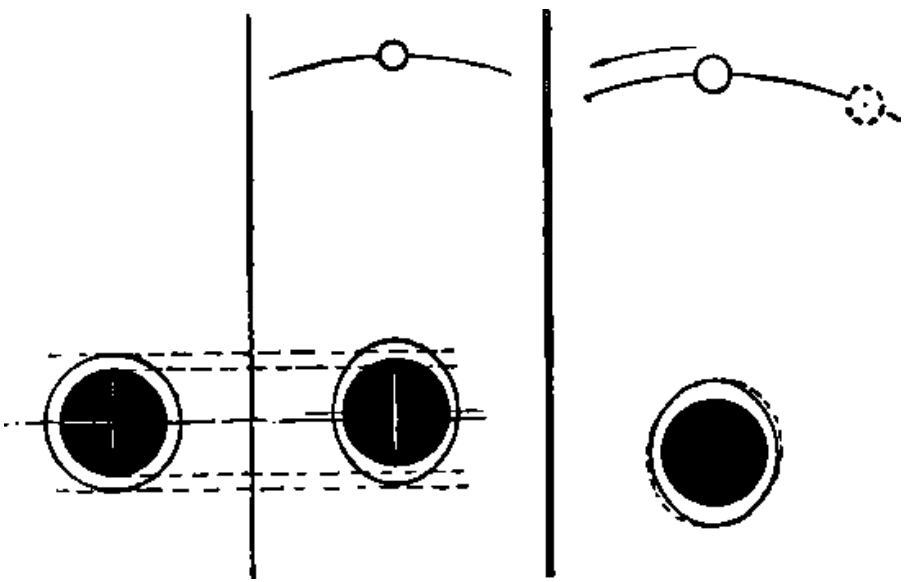
Речь идет о том весьма отдаленном будущем, которое, возможно, ждет нашего спутника в результате так называемой

приливной эволюции системы Земля — Луна.

Дважды в сутки в морях и океанах наступают приливы, и с той же регулярностью дважды в сутки они сменяются отливами. Причиной этих общеизвестных явлений служит Луна, точнее — то притяжение, которое испытывают с ее стороны все части нашей планеты.

Разобраться, в чем тут дело, достаточно просто. Взгляните на рисунок. В левой его части схематически изображена Земля с покрывающей ее твердую поверхность водной оболочкой. Для простоты дальнейших рассуждений последняя изображена сплошной.

Обратите внимание: водная оболочка Земли имеет сферическую форму. Так было бы (в первом приближении), если бы Луна вовсе не существовала.



Схема, поясняющая причину лунных приливов.

Допустим теперь, что внезапно появилась Луна. Она притянет к себе как твердое тело Земли, так и различные части ее водной оболочки. Все эти части Земли сместятся в направлении к Луне. Причем смещения будут зависеть исключительно от расстояния той или иной части Земли до центра Луны. Наибольшим ускорением и потому наибольшим смещением будет обладать часть водной оболочки, обращенная к Луне. Несколько меньшее смещение произойдет у твердого тела Земли, массу которого можно мыслить сосредоточенной в ее центре. Наконец, еще меньше сместится «задняя» часть водной оболочки.

В результате этих неодинаковых смещений водная оболочка

вытянется в направлении к Луне. Так как смещение твердого тела Земли больше, чем смещение, испытанное «задней» частью водной оболочки, то на «тыловой» части Земли образуется второй приливной горб.

Ось приливных горбов всегда направлена к Луне. Но Земля вращается вокруг своей оси гораздо быстрее, чем Луна вокруг Земли. В результате жителям Земли кажется, что приливные горбы бегут в виде исполинских волн по поверхности Земли, порождая периодически повторяющиеся приливы.

Есть некоторое сходство между твердым телом Земли, вращающимся как бы внутри ее водной оболочки, и колесом, сжимаемым с боков тормозными колодками. И в том и в другом случае происходит торможение вращающегося тела. Тормозится колесо, тормозится и Земля. Если тормоза действуют безотказно, обязательно наступит момент, когда колесо, перестав вращаться, остановится.

То же произойдет и с нашей Землей. Трение приливных волн о твердую поверхность земного шара постепенно замедляет его вращение. Пройдут «какие-нибудь» пятьдесят миллиардов лет, и Земля, как показывают расчеты, как бы остановится.

Не подумайте, что при этом наша планета перестанет вращаться вокруг своей оси. Нет, просто сутки сравняются с месяцем, точнее — Земля будет постоянно обращена к Луне одной и той же стороной, и полный оборот вокруг своей оси она станет совершать за то же время, за которое Луна обернется вокруг Земли.

Спешим подчеркнуть, что в те времена месяц будет иметь иную продолжительность, чем в наши дни. Оказывается, с замедлением вращения Земли вокруг оси, то есть с увеличением суток, Луна станет постепенно удаляться от Земли. В этом проявится один из основных законов природы — закон сохранения момента количества движения.

Для тех, кто не боится математических расчетов (а ведь астрономия — наука точная), мы можем несколько уточнить сказанное.

Моментом количества движения материальной точки с массой т, обращающейся по круговой орбите вокруг центра О, называется произведение массы, скорости и радиуса траектории точки, то есть *mvr*. Будем этот момент количества движения называть орбитальным моментом.

Нетрудно видеть, что орбитальный момент можно записать в иной форме, а именно:

$mvr = mr^2 \Omega$

где Ω — угловая скорость движения точки.

Произведение mr^2 называется моментом инерции обращающейся точки.

Представим себе шар, вращающийся вокруг некоторой оси. Он также обладает некоторым запасом движения, который выражается вращательным моментом количества движения. Методами высшей математики можно доказать, что этот момент равен

$2/5\ MR^2\ \Omega$,

где M — масса шара, R — его радиус, Ω —угловая скорость его вращения.

В системе Земля — Луна общий момент количества движения остается постоянным, но он складывается из вращательных моментов Земли и Луны и орбитального момента Луны.

Если Земля станет вращаться медленно, то ее вращательный момент уменьшится. Для того чтобы общий момент остался неизменным, необходимо должен увеличиться орбитальный момент Луны (так как ее вращение происходит с постоянной угловой скоростью). Но этот орбитальный момент увеличится тогда, когда возрастет расстояние от Земли до Луны.

Вот почему, когда сутки станут равными месяцу, Луна удалится от Земли и станет обращаться вокруг Земли с периодом в сорок семь теперешних суток.

На этом, однако, история системы Земля — Луна не окончится. Земля не будет постоянно «смотреть» в «лицо» Луне, подобно зачарованному кролику, следящему за удавом.

Когда сутки сравняются с месяцем, начнет медленно, но верно действовать фактор, который в настоящее время играет второстепенную роль. Это приливы, вызываемые Солнцем в водной оболочке Земли. Солнечные приливы почти вдвое меньше лунных. Сейчас они полностью как бы скрываются за. действием лунных сил. Но тогда, в ту отдаленную эпоху, будет иначе. Солнечные приливы станут единственной силой, изменяющей скорость вращения Земли. Любопытно, что их действие в сочетании с лунными приливами приведет к ускорению вращения Земли.

Сутки, достигнув максимальной продолжительности, станут укорачиваться, и, как следствие, Луна начнет приближаться к Земле.

Можно подумать, что это катастрофическое приближение нашего спутника закончится его падением на Землю. Однако, по исследованиям французского астронома Роша, гибель Луны может произойти иначе.

Приливные силы действуют не только на воду, но и на твердые и на газообразные тела. Существуют атмосферные

приливы, есть приливы и в твердом теле Земли. Но приливные силы со стороны Луны не настолько велики, чтобы разорвать Землю. Они вызывают лишь упругие колебания в ее твердом теле.

Иначе сложится обстановка, когда Луна подойдет к Земле ближе чем на 2,4 радиуса Земли. В этом случае приливные силы, вызванные Землей в твердом теле Луны, станут так велики, что, как доказал Рош, наш спутник может быть разорван на части.

Осколки Луны, обращаясь вокруг Земли, будут сталкиваться друг с другом и при этом дробиться на все меньшие и меньшие куски, так что в конце концов погибшая Луна должна превратиться в огромный плоский' рой мельчайших, несущихся вокруг Земли частиц, кольцом охватывающих нашу планету.

Какими удивительными станут тогда ночи! Огромная светящаяся дуга перекинется через небосвод. Свет от лунного кольца во много раз превзойдет освещение, создаваемое в наше время полной Луной.

Правда, все это случится не ранее чем через сотни миллиардов лет! Таковы астрономические сроки, в течение которых полностью завершится приливная эволюция системы Земля — Луна.

Действие приливных сил заметно в различных уголках солнечной системы. Вот, например, ближайшая к Солнцу планета Меркурий. Общеизвестно, что Меркурий постоянно обращен к Солнцу одной и той же стороной. Видимо, когда-то мощные приливы, вызванные Солнцем, затормозили Меркурий. Сутки теперь на нем равны меркуриальному году, то есть восьмидесяти восьми нашим суткам.

Подражая Солнцу, и Земля «остановила» Луну, заставив лунное «лицо» постоянно смотреть в свою сторону. И Луна и Меркурий никогда не имели водных оболочек, хотя бы отдаленно напоминающих земную. Поэтому тормозящие приливные волны могли возникать только тогда, когда значительные части этих небесных тел находились в огненно-жидком состоянии.

Сатурн, окруженный кольцами.

По-видимому, многие из спутников других планет так же постоянно повернуты в сторону этих планет, как Луна к Земле. Но, быть может, наиболее ярким проявлением приливной эволюции в нашей солнечной системе является знаменитое кольцо Сатурна.

Как известно, оно образовано мириадами крошечных лун, обращающихся сплошным плоским роем вокруг гигантской планеты. Размеры кольца весьма внушительны — его толщина, по новейшим исследованиям московского астронома М. С. Боброва, близка к 10 километрам, а ширина превосходит 66 тысяч километров.

Уточним, что Сатурн окружен не одним, а, по крайней мере, двумя концентрическими кольцами, щель между которыми, открытая еще в 1675 году французским астрономом Кассини, имеет ширину 5 тысяч километров и потому доступна для наблюдения даже в небольшие телескопы. Несколько менее уверенно наблюдается вторая щель, именуемая щелью Энке. В крупнейший современный телескоп — 5-метровый рефлектор обсерватории Маунт-Паломар (США) — она не кажется таким черным зияющим провалом, как щель Кассини. Здесь просто наблюдается некоторое разрежение кольца, область пониженной яркости. То же Ложно сказать и о других щелях в кольце.

Различают еще полупрозрачное, «муаровое» кольцо, резко отграниченное от наиболее яркой части *В* кольца Сатурна.

По недавним исследованиям, проведенным на Харьковской обсерватории Н. П. Барабашовым, промежуток между Сатурном и его кольцами сплошь заполнен мелкими частицами, сильно рассеивающими лучи с короткой длиной волны. По-видимому,

кольца Сатурна простираются до границы атмосферы — вывод, еще нуждающийся в подтверждении.

Много остроумных и тонких методов было применено для выяснения вопроса о природе и размерах частиц, образующих кольца Сатурна. По последним данным, полученным М. С. Бобровым, поперечники твердых, похожих на метеориты частиц колец заключены з пределах от 10 сантиметров до 10 метров. Недавно с помощью спектрального анализа было установлено, что к твердым частицам колец примешаны льды, процентное содержание которых, возможно, весьма значительно. Иначе говоря, в большинстве случаев твердые частицы, вероятно, покрыты толстой оболочкой изо льда.

Частицы, входящие в кольца Сатурна, обращаются вокруг него в несколько десятков рядов. Их так много, что столкновения между частицами неизбежны. При этих столкновениях часть энергии переходит в тепло, которое безвозвратно излучается в пространство. В результате такого процесса общая энергия движения частиц уменьшается, а это, в свою очередь, приводит к тому, что некоторые из частиц начинают по спиралеобразным орбитам приближаться к Сатурну. Конец их ясен — рано или поздно, врезавшись в мощную и плотную атмосферу Сатурна, они распылятся в ней, подобно тем «падающим звездам», которые наблюдаются в каждую безоблачную ночь на Земле.

Отсюда можно сделать естественный вывод: кольца Сатурна хотя и долговечны, но не вечны. Наступит время, когда они исчезнут, «упав» на Сатурн. Точнее — они постепенно поредеют и со временем как бы растают на черном фоне звездного неба. Разумеется, это произойдет не скоро — и здесь процесс разрушения измеряется астрономическими промежутками времени.

Откуда появились кольца Сатурна?

После того как Джордж Дарвин, сын великого создателя теории эволюции органического мира Чарлза Дарвина, разработал теорию приливной эволюции небесных тел, а Рош указал тот опасный предел, вступив в который крупный спутник будет разорван планетой, происхождение колец Сатурна стало как будто ясным. Большинство современных астрономов считает, что это «украшение» Сатурна, выделяющее его среди других планет, есть осколки одного из его спутников. Когда-то этот спутник, подчиняясь законам приливной эволюции, подошел к Сатурну ближе предела Роша и был разорван на части приливными силами планеты.

Соответствует ли это объяснение действительности или нет, мы не знаем. Рош в процессе своих исследований вместо

реальных небесных тел брал их упрощенные, идеализированные «модели». Он, например, считал спутник состоящим из однородной, несжимаемой жидкости. Так было удобнее при математических вычислениях — ведь для реальных тел математическое решение задачи необыкновенно сложно.

В некоторой степени «модель» Роша похожа на реальный спутник. Но все же идеализация, введенная им, оставляет некоторую неуверенность в его конечных выводах.

Предпринимались попытки иначе объяснить происхождение колец Сатурна.

По мнению Канта, Сатурн в начале образования солнечной системы был похож на комету: окруженный густой атмосферой, он «летал» вокруг Солнца по сильно вытянутой, эллиптической орбите. Потом благодаря сопротивлению частиц, которые в те времена почти сплошным облаком заполняли пространство солнечной системы, орбита Сатурна приняла круговую форму. Что же касается атмосферы Сатурна, то она, сгустившись, повисла кольцом вокруг планеты.

С современных позиций это объяснение выглядит крайне наивным. Но ведь во времена Канта еще никто не знал, из чего состоят кольца Сатурна.

Несколько позже Лаплас рассматривал кольца Сатурна как одно из опытных подтверждений своей гипотезы происхождения планет. Как известно, по гипотезе Лапласа, планеты сгустились из тех газовых раскаленных колец, которые когда-то окружали Солнце. Так же, по его мнению, возникли и спутники планет. Но один из спутников почему-то «застрял» на первоначальной стадии развития — он так и остался кольцом, кольцом Сатурна.

Ленинградский астроном профессор В. А. Крат считает, что кольца Сатурна представляют собой остаток той первичной материи, из которой когда-то возникла и сама планета.

Таким образом, вопрос о происхождении колец Сатурна еще не решен. Споры, разумеется, прекратились бы, если бы какой-нибудь из спутников был на наших глазах разорван планетой. Может быть, такое зрелище и увидят наши потомки — ведь ближайший к Марсу его спутник Фобос уже сейчас весьма близок к роковому пределу Роша. Кто знает, не произойдет ли его гибель на наших глазах? Впрочем, возможно, прочность Фобоса достаточна для того, чтобы противостоять приливным силам. Тогда, перейдя роковой предел, он будет продолжать приближаться к Марсу, пока не упадет на его поверхность.

Превращение Земли в уменьшенное подобие Сатурна вовсе не неизбежно. За миллиарды лет могут произойти такие изменения в солнечной системе, о которых мы не имеем и представления.

Конец системы Земля — Луна может быть совсем не таким, каким изображает его теория приливной эволюции.

ВЗРЫВ НАД ТУНГУССКОЙ ТАЙГОЙ

Летом 1958 года группа советских ученых отправилась в тунгусскую тайгу, к месту падения знаменитого Тунгусского метеорита.

Несмотря на разнородность профессий (среди членов экспедиции был только один астроном — И. Т. Зоткин), ученых объединяло общее стремление: окончательно выяснить обстоятельства падения метеорита и, если возможно, найти его осколки.

В том, что над тунгусской тайгой в 1908 году пролетел метеорит, никто из ученых не сомневался. Ведь за несколько месяцев до отъезда экспедиции московский астроном А. А. Явнель в пробах почвы, привезенных с места катастрофы в 1929 году еще Л. А. Куликом, возглавлявшим первую экспедицию, обнаружил, как он заявил, мельчайшие осколки Тунгусского метеорита. В микроскоп удалось рассмотреть крошечные шарики диаметром в сотые доли миллиметра. Такие шарики иногда образуются при полете над данным местом Земли крупного метеорита. Трение о воздух, непрерывная бомбардировка метеорита встречными потоками молекул воздуха раскаляют метеорит. Поверхность его начинает плавиться, а сорванные потоком воздуха брызги метеорита охлаждаются, превращаясь из раскаленных капелек в крошечные твердые шарики.

Застывшие брызги были найдены в 1947 году, в районе падения Сихотэ-Алинского метеорита. Они похожи на шарики, обнаруженные А. А. Явнелем.

Кроме того, в почве тунгусской тайги после тщательных розысков А. А. Явнель нашел очень мелкие, неправильной формы металлические осколки. Самый большой из них был длиной всего около 6 миллиметров. Внешне они напоминали корявые металлические стружки. Однако химический анализ указывал, что в «стружках» содержится от 7 до 10 процентов никеля, тогда как земное железо содержит этот элемент в количестве не больше 3 процентов. Химический состав «стружек» получился очень сходным с химическим составом метеоритов.

Можно было думать, что загадка Тунгусского метеорита тем самым окончательно разрешена. Однако этот вывод оказался преждевременным.

Экспедиция 1958 года пошла по пути Л. А. Кулика. Но ученым не пришлось испытывать те исключительные трудности, которые за три десятилетия до них преодолевал неутомимый исследователь Тунгусского метеорита. В поселок Вановара,

расположенный в 60 километрах от места падения метеорита, ученых доставил самолет. Вместо маленького поселка, каким описал Вановару Л. А. Кулик, ученые увидели благоустроенный, культурный районный центр, жители которого с большим интересом отнеслись к экспедиции. Многие из них отлично помнили Л. А. Кулика и помогли ученым пробраться к месту катастрофы.

Южное болото… То самое, обширное таежное болото, окаймленное сравнительно невысокими сопками, которое Кулик считал местом падения Тунгусского метеорита. Вырванные из земли воздушной волной вековые деревья указывали своими корнями именно на этот район тунгусской тайги. Радиальный вывал таежного леса заметил впервые Л. А. Кулик. Такая же картина предстала перед глазами участников новой экспедиции.

«Мертвый лес» в центре тунгусской катастрофы.

Правда, за полвека, протекшие со дня падения Тунгусского метеорита, тайга сильно изменилась. Молодая поросль завуалировала следы катастрофы, и поваленные, обожженные деревья не без труда можно теперь отыскать среди буйной, молодой растительности.

В свое время Л. А. Кулик обследовал главным образом южную и юго-восточную окрестности Южного болота. Трудности передвижения по тайге и ограниченность сил не позволили Кулику обследовать район, примыкающий с севера и северо-

запада к Южному болоту. К решению этой задачи прежде всего и приступила новая экспедиция.

До лета 1958 года кое-кто еще сомневался в выводах Кулика относительно Южного болота. Высказывались предположения, что метеорит мог упасть в другом месте, где-то к северо-западу от района, намеченного Куликом. После того как новая экспедиция обошла вокруг Южного болота, сомнения окончательно рассеялись. Всюду на своем пути ученые встретили поваленные деревья, обращенные корнями к Южному болоту. Именно в этом месте, и нигде больше должен был упасть Тунгусский метеорит!

Астроном И. Т. Зоткин нашел и другое не менее убедительное подтверждение такого вывода. У местных работников лесного хозяйства он собрал специальные карты, на которых подробно отмечены как старые, 50 — 60-летние деревья, так и молодая поросль. Оказалось, что в районе Южного болота и его окрестностях старых, сохранившихся на корню деревьев очень мало. Здесь, на месте выгоревшего и поваленного леса, преобладает молодая поросль, тогда как всюду вокруг района катастрофы возрастной состав леса носит обычный, нормальный характер.

Оставалось убедиться в том, что Южное болото представляет собой заболоченные остатки метеоритного кратера, подобного тем, которые, например, образованы Аризонским метеоритом или еще большим небесным камнем, упавшим на территории полуострова Лабрадор.

Но тут ученым пришлось встретиться с необъяснимой загадкой, взволновавшей в свое время и участников экспедиции Кулика. Тщательное исследование дна Южного болота, заполняющей его растительности и береговых почв снова и уже окончательно подтвердило то, в чем еще у некоторых оставались сомнения: Южное болото— это не затопленный метеоритный кратер. Дно болота не имеет никаких следов повреждений, его торфяной покров не нарушен, а возраст растущих в нем мхов превышает пятьдесят лет. Следовательно, Южное болото имеет не космическое, а чисто земное происхождение. Такие болота являются типичным природным образованием в районах вечной мерзлоты.

Что же произошло в тунгусской тайге ранним утром 30 июня 1908 года?

Многочисленные очевидцы наблюдали летящий ослепительно яркий огненный шар с длинным светящимся хвостом. Последовавший за этим взрыв по своей мощи не уступал атомному. Вековые деревья тунгусской тайги были вырваны с корнем и повалены в радиусе 30 километров от центра

катастрофы. Грохот взрыва был слышен на расстоянии сотен километров от Вановары, а огненный столб, поднявшийся над тунгусской тайгой, наблюдали в Киренске, то есть с расстояния около 400 километров. Сотрясение почвы было отмечено на всех крупнейших сейсмологических станциях мира, а воздушная волна, зафиксированная даже в Лондоне, дважды обошла земной шар!

Каковы же могли быть причины столь мощного взрыва?

Если огромный метеорит весом в тысячи тонн с колоссальной скоростью в десятки километров в секунду ударяется о поверхность земли, то неизбежно происходит сильнейший взрыв. Как уже говорилось, при ударе о землю кристаллическая решетка метеорита мгновенно разрушается и освобожденные от связей молекулы метеорита образуют как бы чрезвычайно сильно сжатый газ. Газ этот стремительно расширяется, что равноценно взрыву. Энергия взрыва, таким образом, является преобразованной кинетической энергией падающего метеорита.

Если бы Тунгусский метеорит имел массу в сотни тысяч тонн и врезался в землю со скоростью в несколько десятков километров в секунду, то при ударе метеорита о землю произошел бы чудовищный по мощи взрыв, вполне сравнимый со взрывами атомных и даже водородных бомб.

Но главная загадка Тунгусского метеорита в том и заключается, что поверхности земли он не достиг и удара о землю не последовало. Не долетев до поверхности земли, метеорит взорвался в воздухе над тунгусской тайгой, или точнее — над Южным болотом.

Только взрывом в воздухе можно объяснить некоторые подробности катастрофы, обнаруженные еще Л. А. Куликом и подтвержденные новой экспедицией. Речь идет о так называемом мертвом лесе, сохранившемся в самом центре катастрофы, по берегам и окраинам Южного болота. Эти оголенные, как телеграфные столбы, но стоящие на корню и обожженные деревья остались неповаленными лишь потому, что воздушная волна пришла на них не от поверхности земли, а сверху, с воздуха. Направление стволов оказалось почти перпендикулярным к фронту взрывной волны и поэтому последняя смогла лишь ободрать листву, сломать ветви, но не повалить деревья. В стороне же от места взрыва удар воздушной волны пришелся на деревья сбоку, то есть в направлении, где их сопротивляемость внешнему воздействию значительно слабее.

Молодая поросль постепенно затушевывает следы катастрофы.

По предварительным, достаточно грубым ориентировочным подсчетам И. Т. Зоткина, взрыв произошел на высоте 2–3 километров. Температура взрыва была так высока, что весь старый лес в районе катастрофы до сих пор хранит на себе следы сильного, но кратковременного ожога. Кроме того, анализ обожженных деревьев показал, что, по-видимому, за мгновенным «лучистым» ожогом последовал более длительный лесной пожар, охвативший не только стволы деревьев, но и их корни. К юго-востоку от Южного болота поваленный лес расходится длинным веером, угол схождения которого близок к 60 градусам. Тунгусский метеорит летел со сверхзвуковой скоростью и, несомненно, образовывал в воздухе так называемые

баллистические волны. Если веерообразный вывал леса рассматривать как результат действия баллистической волны, можно, пользуясь формулами аэродинамики, подсчитать, как это сделал известный аэродинамик А. Ю. Моноцков, что полет метеорита происходил с резким торможением и над Южным болотом его скорость снизилась до 700 метров в секунду! Если бы с такой скоростью метеорит врезался в землю, то для того, чтобы произвести наблюдаемые в тайге разрушения, он должен был бы обладать массой в миллиарды тонн! Куда же тогда исчез столь огромный метеорит?

Почему не сохранилось никаких следов его удара о землю?

Можно оспаривать выводы А. Ю. Моноцкова — он пользовался старыми топографическими картами, где контуры поваленного леса указаны неточно. Но остается в силе главная загадка: что заставило космическое тело взорваться в воздухе над Южным болотом?

Ведь здесь произошел не обычный, постепенный распад метеорита, какой, например, наблюдался в 1947 году у Сихотэ-Алинского метеорита, когда это космическое тело с первоначальной массой в многие сотни тонн буквально развалилось под ударами воздушных струй на хмножество сравнительно мелких осколков. При таком распаде метеорита никаких взрывов не происходит, а осколки метеорита в виде «метеоритного дождя» все же достигают поверхности земли, образуя многочисленные метеоритные воронки.

Разве похоже все это на катастрофу в тунгусской тайге? Даже через пятьдесят лет крупные осколки метеорита должны были сохраниться — ведь нашли же осколки метеоритов в Аризонском и Лабрадорском кратерах, хотя падение самих метеоритов произошло, по-видимому, тысячи лет назад.

Новая экспедиция взяла около сотни проб почвы в районе Южного болота и его окрестностей. Предварительный их анализ дал отрицательный результат: никаких осколков Тунгусского метеорита в них не найдено. Позже выяснилось, что и кусочки вещества, найденные А. А. Явнелем, вовсе не являются осколками Тунгусского метеорита. Здесь была допущена досадная ошибка.

Означают ли все эти удивительные факты, что в 1908 году в земной атмосфере произошел атомный взрыв потерпевшего аварию марсианского космического корабля? Такого рода гипотезу уже много лет отстаивает известный советский писатель-фантаст А. П. Казанцев.

То, что Земля не единственная во Вселенной обитель жизни, это бесспорно. Если даже в пределах солнечной системы нет других обитаемых планет, то существование планетных систем

вокруг других звезд можно считать несомненным. Несколько лет назад межзвездные перелеты казались нереальными. Но теперь, когда разработаны основы теории фотонных ракет — космических кораблей будущего, способных преодолевать межзвездные бездны со скоростью, почти равной скорости света, — и когда уже летают вокруг Солнца искусственные планеты, положение изменилось. Нам, обитателям Земли, иные планетные системы уже не кажутся недостижимыми. Для путешествия среди звезд не требуются колоссальные промежутки времени. Используя эффект замедления времени, вытекающий из теории относительности и проверенный на опыте, можно достичь даже наиболее далеких из наблюдаемых галактик за вполне приемлемые для человека сроки — два, три десятка лет!

Можно лй заранее принципиально отрицать то, что разумные обитатели других планетных систем осуществили межзвездные перелеты, которые человечество собирается совершить только в будущем?

Прилет на Землю управляемого космического корабля с других планет или, по крайней мере, из других планетных систем принципиально возможен. Ничего нет невероятного и в том, что при посадке с ним могла произойти авария, закончившаяся термоядерным взрывом.

Взрыв космического корабля хорошо объясняет масштаб наблюдаемых разрушений, а главное — тот, теперь уже несомненный, факт, что катастрофа произошла в воздухе.

Не исключено, что над тунгусской тайгой взорвался метеорит необычных состава и строения. Мы еще слишком плохо знаем все возможные пути выделения из вещества атомной энергии, чтобы принципиально отрицать возможность атомного взрыва метеорита. Атомная энергия скрыта в любом веществе, а не только в уране или плутонии. Со временем, вероятно, ее научатся выделять даже из листа обыкновенной бумаги, вроде той, на которой напечатаны эти слова. Может быть, то, что когда-то искусственно сделает человек, иногда, при некоторых условиях, естественно происходит в природе. Не произошло ли это с Тунгусским метеоритом, который, бесспорно, является уникальным небесным телом?

В 1960 году на Всесоюзной метеоритной конференции в Киеве академиком В. Г. Фесенковым и другими советскими учеными была выдвинута гипотеза о том, что в воздухе над тунгусской тайгой взорвалось ядро небольшой кометы. Какая из гипотез соответствует действительности, окончательно решить еще нельзя. Нужны новые экспедиции и новые факты.

Анализ на радиоактивность привезенных из тайги

материалов позволит решить вопрос о том, носил ли взрыв над тунгусской тайгой атомный характер.

Во всяком случае, загадка Тунгусского метеорита, этого уникального явления природы, остается пока неразгаданной.

ЧТО ЖЕ ТАКОЕ ТЕКТИТЫ?

Они лежат передо мной — странные стеклянные осколки, грушевидные и цилиндрические, округлые и овальные. Одни напоминают кустарные бусы, другие похожи на какие-то безделушки из темно-зеленого стекла.

Эти странные образования называются тектитами. Некоторые из ученых считают их стеклянными метеоритами, хотя известны факты, говорящие, по-видимому, в пользу земного происхождения тектитов.

В отличие от обычных метеоритов, среди которых встречаются экземпляры весом в сотни и тысячи тонн, тектиты невелики. Большинство из них величиной с лесной орех и весят несколько десятков граммов. Самые большие из тектитов достигают размеров куриного яйца при весе около полукилограмма.

Тектиты впервые были обнаружены около двухсот лет назад на территории современной Чехословакии, в окрестностях реки Влтавы. Местные крестьяне, обрабатывая землю, «выпахивали» на ее поверхность удивительные стеклянные камешки непонятного происхождения. Их шлифовали, и тогда стеклянный камешек становился блестящим и красивым, с гладкой темно-зеленой поверхностью. Из тектитов стали изготовлять бусы и другие украшения, пользовавшиеся успехом у богемских девушек.

Позже тектиты были найдены и в других районах Земли. Внешне они очень напоминали богемские хризолиты, несколько отличаясь от них только окраской.

Чарлз Дарвин во время кругосветного путешествия на корабле «Бигль» в 1884 году обнаружил тектиты на острове Тасмания. Считая тектиты земными образованиями, Дарвин описал их как разновидность вулканических бомб, выбрасываемых из жерл вулканов во время извержения.

Вот они, тектиты.

Позднее в золотых россыпях и других местах Австралийского материка были найдены тектиты, поразившие ученых своей необычной формой. Одни из них напоминали пуговицы, другие были удивительно похожи на грибы, третьи — на песочные часы. Имелись здесь и полые стеклянные шары величиной с яблоко при толщине стенок всего 1 миллиметр, как будто какой-то шутник выдул из природного стекла некоторое подобие мыльного пузыря!

Стеклянные шары, как впоследствии оказалось, не являются исключительной принадлежностью Австралии. Тектиты такой странной формы были найдены на многих островах Малайского архипелага.

Среди тектитов встречаются экземпляры различной окраски. Кроме темно-зеленых, напоминающих по цвету бутылочное стекло, известны тектиты коричневатые и даже черные, Внутри некоторых из них, найденных на острове Тасмания, видны скопления крохотных металлических шариков железо-никелевого состава.

Тектиты встречаются обычно залежами, охватывающими сравнительно небольшой район. Найдены такие залежи только в нескольких странах. В СССР до сих пор не обнаружено ни одного тектита.

Химический состав тектитов изучен хорошо. В них преобладает так называемая кремнекислота (S1O2), достигающая в отдельных экземплярах 90 процентов от общего количества химических элементов. Примерно такое же процентное содержание кремнекислоты имеется и в обыкновенном стекле. Но в отличие от последнего вязкость тектитов весьма велика и напоминает вязкость некоторых метеоритов. Возможно, что этот факт объясняется меньшим содержанием щелочи и большим содержанием глинозема в тектитах по сравнению с земным стеклом. Температура плавления тектитов близка к 1400 градусов, тогда как обыкновенное стекло начинает плавиться при температуре около 1250 градусов.

На поверхности тектитов глаз легко различает складки, морщины и углубления, несколько напоминающие те, которые наблюдаются у обычных метеоритов. Некоторые ученые рассматривали этот факт как одно из доказательств космического происхождения тектитов. Поиски такого рода доказательств вполне уместны, так как никто и никогда не наблюдал падения тектитов.

Это, конечно, вовсе не значит, что когда-нибудь такое падение не станет наблюдаемым фактом. Ведь известно, что в течение почти полутораста лет шел спор о происхождении глыбы, найденной в XVII веке в Сибири русским академиком П. Палласом. Но, когда в 1902 году произошло на глазах у многих очевидцев падение метеорита, который потом был найден и оказался по природе сходным с Палласовой глыбой, космическая природа палласитов была доказана.

В последнюю четверть века внимание ученых привлекли стеклянные образования иного типа, чем тектиты, но, возможно, связанные с ними общностью происхождения. Речь идет о тех кусках стекла, которые были обнаружены в некоторых метеоритных кратерах. Все они, названные силикагласом, имеют осколочную форму и в отличие от тектитов обладают светлой окраской и большей прозрачностью. То обстоятельство, что многие из них были найдены вокруг и внутри метеоритных кратеров, заставило думать, что силикаглас представляет собой куски переплавленного земного кварцевого песка. Высокая температура, неизбежно возникающая при ударе о землю крупного метеорита, расплавляет некоторые из земных пород, что и приводит к образованию этого естественного стекла.

Любопытно, что в кусках силикагласа, найденного в аравийских метеоритных кратерах, присутствуют мельчайшие железо-никелевые шарики, очень похожие на те, которые встречаются и в тектитах. Возможно, что в момент взрыва железо-никелевого метеорита его мельчайшие расплавленные металлические брызги смешались с раскаленными жидкими массами кварцевого песка и образовали то, что мы называем теперь силикагласом.

Большие залежи силикагласа были найдены в 30-х годах текущего столетия в Ливийской пустыне. Они занимают овальную площадь с наибольшим диаметром 130 и наименьшим 53 километра. В 200 километрах от этих залежей были найдены многочисленные куски такого же стекла вместе со стеклянными наконечниками копий, кварцитовыми топорами и другими каменными орудиями древних обитателей этой местности.

Казалось бы, в районе обильных залежей силикагласа должны были находиться огромные метеоритные кратеры. Однако самые тщательные поиски не увенчались успехом. Не было здесь найдено и ни одного тектита. Связь между силикагласом и тектитами остается невыясненной.

Некоторые тектиты встречаются в песке и глине третичной эпохи. Другие были найдены в ледниковых отложениях. По мнению сторонников космического происхождения тектитов, стеклянные метеориты неожиданно несколькими роями выпали на Землю миллионы лет назад, в конце третичного или начале четвертичного периода нашей эры.

С другой стороны, сходство тектитов с силикагласом заставляет многих считать тектиты продуктом переплавления земного песка при падении на землю в далеком прошлом крупных метеоритов. Разрушительное действие роды и ветра стерло с «лица» Земли следы древних Метеоритных кратеров и разрушило даже осколки метеоритов. Но весьма стойкие к этим потрясениям, стеклянные тектиты сохранились до сих пор как безмолвные свидетели когда-то происходивших столкновений метеоритов с Землей.

Недавно советский исследователь Д. П. Малюга, исследуя химический состав тектитов, нашел, что в них количественные отношения некоторых элементов (железа, кобальта, меди, никеля и других) очень схожи с такими же отношениями в земных осадочных породах, но зато резко отличаются от тех отношений, которые наблюдаются в каменных метеоритах. Этот результат говорит как будто о земном происхождении тектитов. К тому же возраст их, определенный недавно, оказался совсем небольшим — всего около десяти миллионов лет. Между тем большинство

обычных метеоритов имеет возраст в десятки и сотни раз больший.

Так что же такое тектиты? Ответ на этот вопрос до сих пор не найден.

ПЛАНЕТА ФАЭТОН

В книге под названием «Метаморфозы», написанной знаменитым древнеримским поэтом Овидием, рассказывается следующая история.

«Когда-то, давным-давно, в незапамятные времена, у Гелиоса — бога Солнца — был сын, по имени Фаэтон. Однажды один из родственников Фаэтона, насмехаясь над ним, сказал:

— Не верю я, что ты сын лучезарного бога Гелиоса. Мать обманула тебя. Ты простой смертный.

Обиделся Фаэтон и, разгневанный, побежал во дворец бога Солнца. Изумителен был этот дворец: дивно украшенный золотом, серебром и драгоценными камнями, он искрился всеми цветами радуги. На великолепном троне в пурпурной одежде восседал сам Гелиос.

Пал к его ногам Фаэтон и рассказал ему о своей горькой обиде.

— Не плачь, Фаэтон, — сказал Гелиос, — мать не солгала тебе. Ты мой сын и, если сомневаешься еще в этом, проси у меня что хочешь — клянусь, ни в чем тебе не откажу.

Не задумываясь, пылкий юноша попросил своего отца разрешить ему прокатиться по небу на той огненной колеснице, на которой каждый день ездил Гелиос.

Ужаснулся лучезарный бог безумному желанию своего сына. Стал он уговаривать Фаэтона отказаться от своей просьбы.

— Подумай сам, — убеждал его Гелиос, — небесная дорога трудна и опасна. Вначале она так крута, что даже мои крылатые кони едва взбираются по ней. Посередине она идет так высоко над Землей, что даже мной овладевает страх, когда оттуда смотрю я на Землю. В конце же пути дорога стремительно опускается к священным берегам Океана, и никто, кроме меня, не сможет удержать несущуюся вниз колесницу. Много и других ужасов ждет тебя, сын мой. Если ты уклонишься в сторону со своего пути, тебя растерзает яростный Лев, или пронзит рогами разъяренный Телец, или, наконец, ты станешь жертвой чудовищного Скорпиона. Останься на Земле, посмотри на окружающий тебя мир как он прекрасен! Ведь ты же просишь не награду, а страшное наказание!

Но не послушался Фаэтон отца, ни за что не хотел он отказаться от своей просьбы. И тогда Гелиос приказал вывести золотую огненную колесницу, запряженную крылатыми конями, и, сокрушаясь, посадил в нее Фаэтона.

Еще один миг — и крылатые кони вознесли неразумного

юношу в безбрежное небо. Чувствуют кони неуверенную руку молодого ездока и тянут в сторону с привычной дороги. А Фаэтон не знает, где правильный путь, он уже не в силах управлять конями. Взглянул он на Землю и ужаснулся — так высоко вознесли его крылатые кони. А кругом виднеются страшные небесные чудовища и среди них шевелится покрытый ядом Скорпион.

Обезумев от страха, Фаэтон бросает вожжи. Крылатые кони, почуяв свободу, понеслись еще быстрей. То взвиваются они к самым звездам, то, опустившись, несутся почти над самой Землей.

Заполыхало все кругом от дышащей нестерпимым жаром огненной колесницы. Гибнут большие, богатые города. Горит Кавказ и другие покрытые лесами горы.

Моря начинают пересыхать, и мучительно страдают от зноя живущие в них боги.

Разгневался тогда величайший из богов, Зевс Громовержец. Грозно взмахнул он рукой и бросил сверкающую молнию в огненную колесницу.

Рассыпалась на куски золотая колесница, разбежались в стороны крылатые кони, а несчастный Фаэтон с горящими на голове кудрями ринулся с небесных высот на Землю подобно падающей звезде.

В глубокой скорби закрыл свое лицо бог Гелиос, а убитая горем мать Фаэтона отправилась на розыски тела погибшего сына. Она нашла его в одной из северных стран, на берегу огромной реки Эридан, где и доныне плачут стройные тополи, а их слезы — смола, — падая в студеную воду, застывают и превращаются в прозрачный янтарь».

Такова легенда о Фаэтоне — одна из наиболее красивых и поэтичных легенд древности.

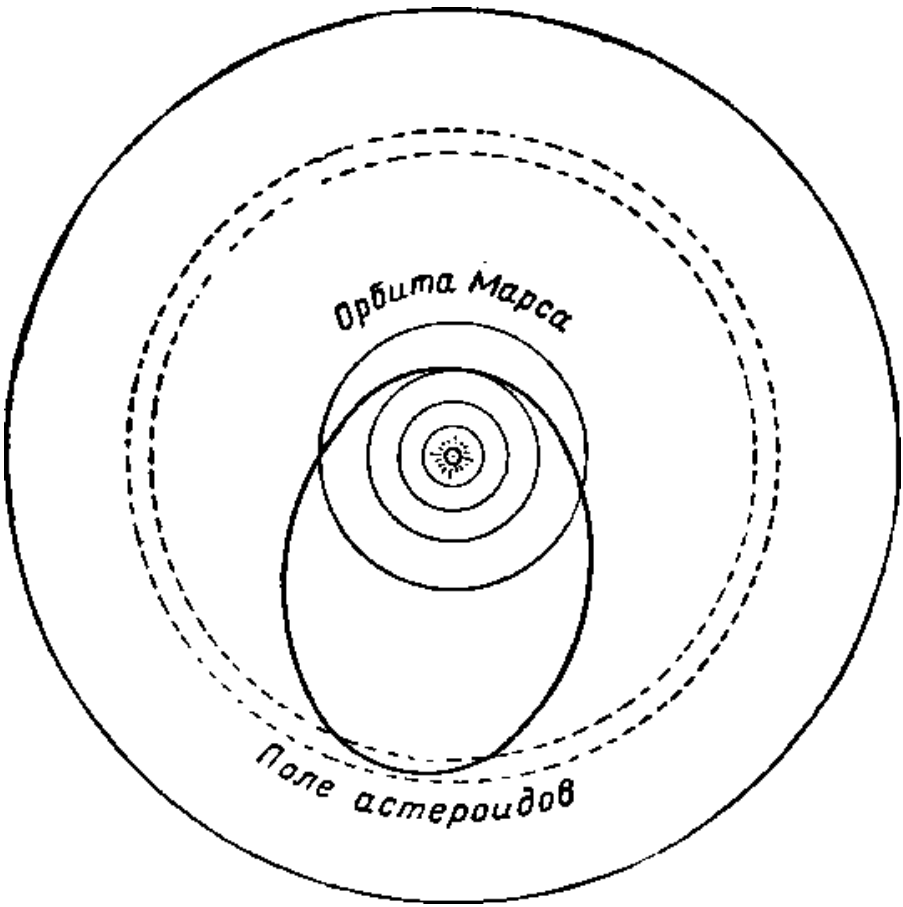
Не исключена возможность, что в основу этого мифа положено некоторое действительное событие, произошедшее много веков назад.

Сходство Фаэтона с «падающей звездой» заставило некоторых исследователей предположить, что этим именем был назван какой-нибудь древний упавший на Землю метеорит.

Легендарные «северные страны» и «река Эридан», на берегах которой образуется янтарь, напоминают берега Балтийского моря. Как известно, на острове Саарема (Эстонская ССР, против устья Западной Двины) имеются семь крупных метеоритных кратеров, заполненных в настоящее время водой. Они образованы осколками метеорита, упавшего на Землю тысячи лет назад. Существует мнение, что Сааремский метеорит и был прототипом

легендарного Фаэтона.

Нет необходимости останавливаться на разборе этой оригинальной гипотезы, которая скорее относится к области литературных, чем астрономических изысканий. Если даже легенда о Фаэтоне имеет иное происхождение, важно другое. Прошлое метеоритов, по всей вероятности, так же трагично, как судьба Фаэтона. Они произошли в результате какой-то грандиозной катастрофы, и в этом смысле метеориты могут считаться вестниками «гибели миров». Обосновать высказанное утверждение можно многими фактами.



Орбита Сихотэ-Алинского метеорита.

Прежде всего, твердо установлено, что между падающими на Землю «небесными камнями» — метеоритами и малыми планетами — астероидами нет принципиального различия. И те и другие представляют собой самостоятельные спутники Солнца, обращающиеся вокруг него подобно Земле и другим большим

планетам. Правда, в отличие от почти круговой орбиты Земли пути, описываемые метеоритами вокруг Солнца, являются сильно вытянутыми эллипсами.

Примером таких орбит может служить эллипс, по которому двигался в пространстве до своего столкновения с Землей Сихотэ-Алипский метеорит.

Встреча двух космических тел произошла в точке пересечения их орбит. Если бы одно из них находилось в этот момент в другой точке своей орбиты (что происходило до роковой катастрофы, возможно, в течение многих миллионов лет), мы ничего бы не знали о существовании Сихотэ-Алинского метеорита. Обладая массой в сотни тонн, он имел поперечник всего в несколько метров и на большом расстоянии от Земли вовсе был бы невидим.

Известны случаи, когда с нашей планетой сталкивались более крупные метеориты. Так, например, Тунгусский метеорит должен был весить много тысяч тонн. Еще крупнее был метеорит, образовавший недавно открытый Лабрадорский метеоритный кратер поперечником 3,5 километра.

Таким образом, поверхность Земли имеет «шрамы», свидетельствующие о столкновении ее с космическими телами, вес которых достигал тысячи тонн, а поперечник измерялся многими метрами. Как и Сихотэ-Алинский метеорит, все они пришли на Землю из той области солнечной системы, где обращаются вокруг Солнца многие тысячи карликовых планет.

Огромное большинство астероидов действительно карлики. В 1937 году вблизи Земли пролетел астероид Гермес поперечником всего 400 метров! Такая, с позволения сказать, планета ничем не отличается от гигантского метеорита. Мы бы так и назвали Гермес, если бы он не проскочил мимо Земли, а упал на ее поверхность.

Нет никакого сомнения, что среди астероидов имеются и такие, диаметры которых измеряются не сотнями, а десятками метров и даже метрами. От мельчайших метеорных тел весом в граммы и миллиграммы, порождающих явление «падающей звезды», и до крупнейшего из астероидов — планеты Цереры поперечником 768 километров — есть непрерывный переход, непрерывная цепочка одинаковых по природе тел. Главное различие их заключается лишь в размерах и массе.

В мире планет все: относительно. В сравнении с крупнейшей из планет — Юпитером — Церера выглядит, как песчинка в сравнении с арбузом. Но та же Церера становится исполином в отношении хотя бы Сихотэ-Алинского метеорита, который до столкновения с Землей имел все основания считаться малой планетой.

Спор может идти лишь о названиях. Малая планета, столкнувшись с Землей, становится в нашем представлении и в нашей терминологии метеоритом. Наоборот, если бы метеорит по каким-нибудь причинам уклонился от столкновения с Землей, мы бы такое небесное тело считали малой планетой.

Не следует, однако, думать, что любая из малых планет может стать метеоритом. Наиболее крупные из астероидов— Церера, Юнона, Веста, Паллада и другие — имеют орбиты, мало отличающиеся от окружностей. Они постоянно обращаются вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера, а потому столкнуться с Землей, естественно, не могут.

Наоборот, среди небольших астероидов нередко встречаются такие, у которых орбиты представляют собой весьма сильно вытянутые эллипсы.

Вот, например, удивительная малая планета Икар, открытая 26 июня 1949 года. Ее путь вокруг Солнца напоминает по своей форме орбиты некоторых из комет.

Благодаря необычной вытянутости орбиты Икар может подходить к Солнцу почти вдвое ближе, чем Меркурий, между тем как в наиболее удаленной от Солнца точке своей орбиты Икар оказывается между Марсом и Юпитером.

Расчеты показывают, что, пролетая вблизи Солнца, Икар сильно нагревается. Температура его поверхности повышается тогда, по-видимому, до 627 градусов выше нуля, так что раскаленная докрасна эта поверхность должна светиться слабым красным светом. Зато вдалеке от Солнца Икар становится холоднее тающего льда.

Среди астероидов есть такие, которые могут удаляться от Солнца на расстояния, превышающие радиус орбиты Юпитера. К их числу относится астероид Гидальго. Орбита его сильно вытянута и ее. плоскость наклонена к плоскости орбит главных, больших планет под углом, близким: к 43 градусам.

Размеры орбиты Гидальго так велики, что в наиболее удаленной ее точке этот астероид уходит от Солнца почти на такое же расстояние, как Сатурн. Зато и подойти близко к Солнцу Гидальго не может — наикратчайшее расстояние между этими двумя космическими телами почти вдвое больше расстояния от Земли до Солнца.

Самыми, пожалуй, удивительными орбитами обладают троянцы — так именуют астрономы группы из пятнадцати астероидов, являющихся своеобразными конвоирами Юпитера. Находясь от Солнца в среднем на том же расстоянии, что и Юпитер, они обращаются вокруг Солнца почти с тем же периодом, как и величайшая из планет.

Десять астероидов «шествуют» впереди, пять — позади, причем в каждый момент Солнце, Юпитер и его «конвоиры» находятся в вершинах двух равносторонних треугольников. Удивительным астероидам присвоены имена героев Троянской войны — Ахиллес, Гектор, Агамемнон, Одиссей и другие, поэтому их и называют троянцами.

Возможность такого необычного движения была теоретически обоснована знаменитым французским математиком Лагранжем (XVIII век). Он доказал, что при движении одного небесного тела вокруг другого существуют две так называемые либрационные точки, обладающие тем свойством, что помещенное в любую из этих точек третье тело будет находиться в устойчивом равновесии. Иначе говоря, в данном случае, по расчетам Лагранжа, три тела должны образовать равносторонний треугольник, вращающийся вокруг одной из своих вершин.

Лагранж не знал о существовании троянцев — они были обнаружены лишь в начале XX века. Поэтому решенную им задачу о движении трех тел Лагранж рассматривал как любопытный математический результат, имеющий лишь теоретическое значение. Но, как это нередко бывает, природа оказалась богаче, чем предполагали. Теоретические движения трех отвлеченных «материальных точек» реально осуществляются в нашей солнечной системе.

Если бы троянцы оказались в какой-нибудь из либрационных точек, их движение было бы строго таким, как рассчитал Лагранж. На самом же деле совпадения нет, и, находясь вблизи либрационных точек, троянцы колеблются около положения устойчивого равновесия» подобно качающемуся маятнику.

— Конечно, сходство здесь весьма общее. Периодические орбиты, которые описывают троянцы около точек либрации, очень сложны, причем некоторые из троянцев могут удаляться от этих точек на десятки миллионов километров. Но в целом троянцы все же производят впечатление конвоиров, так как каждая из групп в среднем занимает неизменное положение относительно Солнца и Юпитера.

Троянцы — крупные астероиды. Большинство из них имеет поперечник свыше 100 километров, а диаметр наибольшего из троянцев — Патрокла — достигает 272 километров.

Слово «астероид» означает «звездоподобный». Действительно, в телескопы подавляющее большинство карликовых планет кажутся движущимися звездочками. Но звездочки эти обладают любопытной особенностью. Блеск многих из них заметно колеблется, иногда периодически, иногда как будто весьма сумбурно и беспорядочно. Заметим, что во всех случаях эти

изменения яркости происходят совсем не так быстро, как, например, мерцание обычных звезд, — они растягиваются на многие часы.

Астероиды — тела холодные, несамосветящиеся. Как и у других планет, их блеск объясняется отражением падающих на их поверхность солнечных лучей. Поэтому колебания яркости астероидов могут быть вызваны сочетанием трех причин. Во-первых, многие из небольших астероидов имеют неправильную осколочную форму. Они напоминают собой исполинские камни с неровной угловатой поверхностью. Во-вторых, астероиды, по-видимому, вращаются вокруг оси, как и большие планеты. В-третьих, наконец, их поверхность в различных частях имеет, по-видимому, разную окраску, то есть состоит из пород, по-разному отражающих солнечный свет.

Вот теперь и представьте себе, что такой камень или, скорее, гора, освещаемая солнечными лучами, наблюдается с Земли. К нам астероид поворачивается то более широкой, то более узкой своей частью. В первом случае он будет казаться ярче, во втором — бледнее.

Кроме, того, если поверхность его пятниста, то это обстоятельство может только усилить изменчивость, блеска астероида.

Такие объяснения н общем соответствуют, наблюдаемым фактам. Но, увы, только «в общем». В отдельных же случаях колебания блеска астероидов носят пока еще загадочный характер. Вот, например, загадка Эрота.

Сравнительные размеры Эрота и Москвы.

Карликовая планета Эрот была открыта еще в 1901 году. Уже наблюдения в первые месяцы обнаружили значительные колебания ее блеска. За два с половиной часа блеск Эрота изменялся более чем в шесть раз.

Вскоре выяснилось, что эта своеобразная сигнализация из

мирового пространства гораздо сложнее, чем строго периодические «подмигивания» какого-нибудь земного маяка. Оказалось, что в изменениях блеска Эрота есть два периода: один, равный 2 часам 51 минуте, и другой — 2 часам 25 минутам.

Прошло еще несколько лет, и стало несомненным, что амплитуда колебаний блеска Эрота также изменяется. Бывали месяцы и годы, в течение которых блеск Эрота вообще не менялся.

Загадочное поведение Эрота возбудило к нему большой интерес. Когда в 1931 году происходило великое противостояние Эрота и он подошел к Земле на расстояние почти 28 миллионов километров, научно-популярные журналы пестрели заметками о загадочной планетке. В тот год Эрот снова стал подавать непонятные световые сигналы.

Было предложено немало гипотез для объяснения изменений блеска Эрота. Одни считали Эрот двойной планетой, состоящей из двух сигарообразных тел. Другие уверяли, что Эрот не двойная, а одиночная планета, имеющая форму груши. Третьи считали Эрот шаром, но предполагали, что на его поверхности есть пятна разного цвета и разной яркости. Были и такие гипотезы, в которых поверхность Эрота представлялась состоящей из особых зеркальных кристаллических пород. В этом случае изменение блеска Эрота объяснялось игрой солнечного света в покрывающих его кристаллах.

Ни одна из выдвинутых гипотез не может, однако, объяснить все особенности изменения блеска Эрота.

Дело осложнилось в 1939 году, когда гамбургские астрономы пришли к заключению, что центр тяжести Эрота описывает в пространстве волнообразную кривую, как бы вихляя из стороны в сторону. Пришлось предположить, что у Эрота есть невидимый спутник, который при ничтожных размерах должен обладать огромной массой. Плотность этой невидимки получилась по расчетам неправдоподобно большой. Тогда стали думать, что у Эрота два невидимых спутника, но и эта гипотеза вскоре оказалась несостоятельной.

В наиболее крупные из современных телескопов изображение Эрота кажется временами вытянутым и даже напоминающим восьмерку. Но такая форма Эрота еще не объясняет колебаний его блеска. Эта маленькая планетка, наибольший поперечник которой близок к 20 километрам, остается пока загадочным телом солнечной системы.

Укажем еще на одну загадку подобного рода. Речь идет о малой планете Бруции, изменение блеска которой замечено в 1934 году. Блеск ее меняется от года к году, не обнаруживая

какой-нибудь периодичности. Загадка Бруции также требует разъяснения.

Любопытно, что искусственные спутники Земли и их ракеты-носители меняют свой блеск так же беспорядочно, как и большинство астероидов. Вызвано это теми же причинами: искусственные небесные тела не имеют правильной сферической формы и к тому же всегда врашаются вокруг некоторых осей. Разобраться в закономерности их «кувыркания» по изменениям видимого блеска — задача нелегкая. Недавно ее успешно решил одесский астроном профессор В. П. Цесевич. Метод В. П. Цесевича может быть применен и к астероидам.

Когда метеорит попадает в руки астронома, ученый в спокойной лабораторной обстановке может сравнительно легко изучить его состав и строение. Гораздо труднее получить подобные сведения об астероидах. Здесь единственной связующей нитью является тот луч света, который астероид посылает на Землю.

При умелом с ним обращении луч может рассказать многое. Разложив луч света призмой спектрографа на составные элементы, мы по спектру астероида можем узнать, каковы отражательные свойства его поверхности и даже из каких веществ эта поверхность состоит.

Не описывая подробно, как это делается, укажем лишь на конечный результат: астероиды по своему составу и своей отражательной способности ничем не отличаются от метеоритов.

Итак, в солнечной системе, кроме кольца Сатурна, есть еще одно несравненно большее кольцо — кольцо астероидов. Основная масса составляющих его «частиц»— малых планет — заключена между орбитами Марса и Юпитера. Но многие из астероидов бороздят пространство солнечной системы и за пределами астероидного кольца. Этими межпланетными «бродягами» наполнена вся область солнечной системы — между Солнцем и орбитой Сатурна.

В настоящее время открыто свыше полутора тысяч астероидов. Действительное их число несравненно больше. Большинство карликовых планет из-за ничтожных размеров и неблагоприятных условий наблюдения пока недоступно для исследования. Однако нет никаких сомнений в том, что в кольце астероидов в изобилии должны встречаться планетки поперечником в метры и даже в сантиметры. Общее их число нам неизвестно, но зато массу всего астероидного кольца определить возможно.

Идея метода проста: астероидное кольцо оказывает своим притяжением заметное влияние на движение больших планет, в

особенности на Марс. Измерив величину тех неправильностей в движении Марса, которые вызваны притяжением всех астероидов, можно затем вычислить массу астероидного кольца.

Такие подсчеты приводят к любопытному результату: общая, суммарная масса астероидного кольца примерно в десять раз меньше массы Земли. Если теперь представить себе, что из всех астероидов мы слепили одну планету с такой же средней плотностью, как у Земли, то диаметр этой планеты был бы равен 5900 километрам.

Большинство астрономов считает, что такая планета когда-то и на самом деле существовала. Ей даже присвоили имя известного нам мифического героя Фаэтона.

Планета Фаэтон, по мнению этих астрономов, когда-то обращалась вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера. Она была больше Меркурия, хотя и несколько, уступала по своим размерам Марсу. Возможно, что на ней существовала очень разреженная атмосфера. Может быть, Фаэтон имел на своей поверхности даже какой-то органический мир — ведь почти равный ему по размерам Марс, несомненно, обладает растительным покровом.

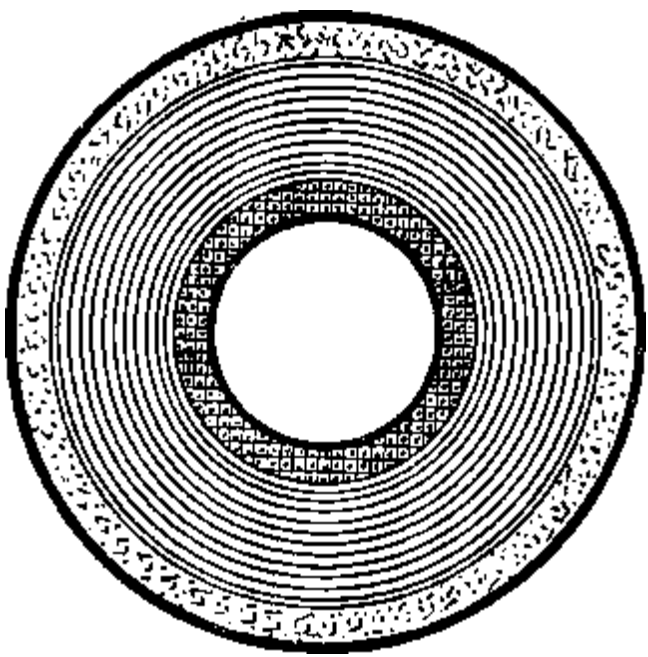


Схема строения Фаэтона.

А потом, сотни миллионов лет назад, с Фаэтоном произошла непонятная катастрофа — Фаэтон… взорвался!

Куски, на которые распалась эта небольшая планета, продолжали обращаться вокруг Солнца. Обладая близкими и даже, по-видимому, пересекающимися орбитами, эти осколки сталкивались друг с другом, дробились, образуя все новые и новые мелкие спутники Солнца. Такой процесс непрерывного дробления продолжался миллионы лет, и к тому времени, когда человечество, вооружившись телескопом, стало исследовать область пространства между орбитами Марса и Юпитера, оно увидело не Фаэтон, а множество карликовых планет — осколки погибшей планеты.

Гипотеза о гибели планеты Фаэтон подтверждается многими фактами.

Во-первых, среднее расстояние астероидов от Солнца равно 1,7 а. е.[2], то есть как раз тому теоретическому расстоянию, на котором в этом районе солнечной системы могла обращаться вокруг Солнца крупная планета.

Во-вторых, большинство астероидов имеет осколочную, неправильную форму, свидетельствующую о том, что они произошли в результате бурного, катастрофического распада какого-то более крупного тела.

Среди метеоритов встречаются тела различного состава и плотности. Обычно различают железные метеориты (с преобладанием железа и никеля), каменные метеориты (в которых наибольшее процентное содержание принадлежит кремнию и кислороду), а также железокаменные метеориты, имеющие промежуточный состав и строение.

Учтя, как часто падают на Землю метеориты того или иного состава, можно теоретически подсчитать, каковы могли быть состав и строение Фаэтона. Созданная таким способом модель Фаэтона оказалась сходной в общих чертах со строением больших планет.

Кроме того, детальное исследование метеоритов показало, что они могли произойти только в результате какого-то взрыва, так как минералы метеоритов носят на себе несомненные следы раздробления и воздействия высокой температуры.

По заключению академика В. Г. Фесенкова, «все говорит о том, что формирование самого метеоритного вещества происходило в недрах достаточно большой массы и в течение длительного времени, причем затем в результате какого-то внезапного процесса имело место выделение этого вещества в космическое пространство».

Метеориты имеют различный возраст — от нескольких сотен миллионов до нескольких миллиардов лет. Можно думать, что часть метеоритов возникла не сразу, при взрыве Фаэтона, а в

более поздние эпохи в результате столкновения между собой осколков распавшейся планеты.

В пользу такого вывода говорят и другие факты. В кольце астероидов японский астроном Хираяма обнаружил существование нескольких семейств карликовых планет. Вычисления показывают, что планеты каждого семейства имели когда-то орбиты, которые пересекались в одной точке. Считать это пересечение простой случайностью невозможно. Значит, могло быть только одно: астероиды семейства составляли в прошлом одно тело, один осколок Фаэтона. Но этот осколок, в свою очередь, распался, а затем воздействие притяжения Юпитера и других планет так изменило орбиты, что они в настоящее время уже не пересекаются в общей точке. Процесс раздробления астероидов не закончился, а продолжается, несомненно, и в настоящую эпоху.

Итак, многие факты говорят в пользу гипотезы о Фаэтоне. Но есть ученые, которые происхождение астероидов объясняют иначе.

По мнению недавно скончавшегося академика О. Ю. Шмидта, кольцо астероидов представляет собой, так сказать, «недоделанную» планету. В области, занятой ныне астероидами, формированию единой планеты из газово-пылевого, протопланетного облака мешал Юпитер. Благодаря своему могучему притяжению он, постоянно воздействуя на движение частиц протопланетного облака, мешал их объединению в крупную планету. Кроме того, подлетавшие близко к Юпитеру частицы облака были притянуты и поглощены самим Юпитером, который тем самым «вычерпывал» вещество из зоны астероидов. Вот почему в этом районе солнечной системы возникло множество малых планет.

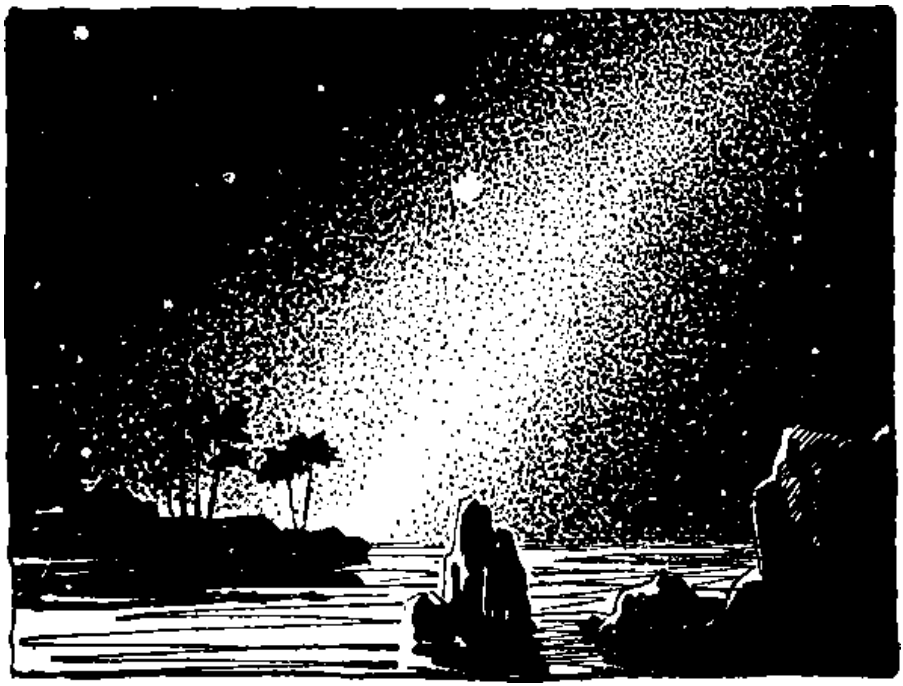
Объяснение, даваемое О. Ю. Шмидтом, малоубедительно. Оно оставляет неясным вопрос о том, почему астероиды имеют осколочную форму и строение, свидетельствующее о действии сильнейшего взрыва. Так же трудно признать кольцо Сатурна «недоделанным» спутником, как это утверждает О. Ю. Шмидт.

Скорее всего планета Фаэтон все-таки существовала. Может быть, даже она была очень похожа на Марс. Но что именно произошло с этой планетой, какой чудовищный взрыв привел к гибели Фаэтона, — этого пока никто не знает.

Попытки объяснить катастрофу необычно быстрым вращением Фаэтона или внезапным изменением давления в его недрах встречают непреодолимые затруднения.

ПРИЗРАЧНЫЙ СВЕТ

Ранней весной на западе, вскоре после захода солнца, можно заметить слабое свечение в виде конуса, острием направленного вверх. Подобную картину легко наблюдать и осенью, но не по вечерам, а на рассвете, незадолго перед восходом солнца.



Зодиакальный свет.

Свечение это настолько слабо, что сквозь него свободно просвечивают даже наименее яркие звезды. В южных странах оно наблюдается чаще и легче: о его существовании знали еще древние египтяне, которые изобразили загадочное сияние на некоторых из своих памятников.

В XVIII веке астрономы заметили, что конусы как утреннего, так и вечернего сияния простираются вдоль эклиптики — видимого годового пути Солнца среди звезд. Так как эклиптика проходит через двенадцать созвездий, называемых зодиакальными, то и таинственный свет с тех пор стал называться зодиакальным светом.

Легко сообразить, почему зодиакальный свет в наших широтго света становятся наиболее благоприятными.

В экваториальных странах, где эклиптика в любое время годах виден только весной по вечерам или осенью по утрам. Ведь именно в эти периоды эклиптика располагается под большим углом к горизонту, а следовательно, и условия для видимости зодиакальноа образует с горизонтом большой угол, зодиакальный свет представляет собой постоянно наблюдаемое явление. Однако и в умеренных широтах зодиакальный свет не всегда кажется призрачным — иногда он настолько ярок, что намного превышает яркость Млечного Пути.

Исследованием зодиакального света в течение многих лет занимается академик В. Г. Фесенков. Те сведения о зодиакальном свете, которыми мы теперь располагаем, были получены в основном им и его сотрудниками.

Что же такое зодиакальный свет?

Уже несколько десятков лет назад спектральный анализ зодиакального света показал важную особенность этого свечения. Спектр зодиакального света оказался сильно ослабленной копией солнечного спектра. Иначе говоря, загадочное свечение, по крайней мере в значительной своей доле, является отраженным солнечным светом. Следовательно, где-то в межпланетном пространстве должна существовать чрезвычайно разреженная среда, способная отражать солнечные лучи.

Детальные исследования яркости зодиакального света привели и к другому открытию. Выяснилось, что вечерний и утренний конусы зодиакального света — это только наиболее яркие его части. Оба конуса смыкаются светящейся полосой, следующей вдоль эклиптики. В направлениях, перпендикулярных к эклиптике, яркость светящейся полосы сходит на нет так постепенно, что, строго говоря, зодиакальный свет должен распространиться на все небо. Это означает, что Земля находится внутри среды, порождающей явление зодиакального света.

Все данные наблюдений свидетельствовали, что эта среда является исполинским облаком мельчайших твердых пылинок, обволакивающих значительную часть солнечной системы. Если бы мы могли извне взглянуть на Солнце и окружающую его семью планет, мы, вероятно, увидели бы, что колоссальное сплющенное и потому похожее на диск облако мельчайших твердых частиц окутывает со всех сторон солнечную систему. Составляющая зодиакальный свет пыль концентрируется к плоскости, близко от которой движутся планеты. Именно поэтому свет, отраженный пылевым облаком, мы наблюдаем главным образом вблизи эклиптики.

По мере приближения к Солнцу облако утолщается. Вот почему вблизи Солнца зодиакальный свет особенно широк и ярок.

Исследования, проведенные В. Г. Фесенковым, показали, что наибольшего сгущения пылевое облако достигает между орбитами Марса и Юпитера, то есть как раз там, где обращается вокруг Солнца множество малых планет — астероидов. Этот факт наводит на мысль, что кольцо астероидов связано с зодиакальным светом. Точнее говоря, пыль, порождающая этот свет, быть может, является продуктом распада астероидов, результатом того непрекращающегося дробления малых планет, о котором мы уже говорили.

Планета Фаэтон, или, лучше сказать, ее осколки, продолжает разрушаться. И, может быть, мельчайшие частички, сплошным облаком обволакивающие солнечную систему, также есть осколки погибшей планеты. Мы потом увидим, что это предположение, кажущееся естественным, встречает некоторые серьезные затруднения. Но, независимо от происхождения пылевого облака зодиакального света, следует выяснить, какие причины заставляют это облако существовать, по-видимому, весьма продолжительное время.

Частицы облака не могут быть неподвижными относительно Солнца, ведь иначе все они давно были бы притянуты Солнцем и, стянувшись к его чрезвычайно раскаленной поверхности, обратились бы в газ. Значит, частицы зодиакального облака (будем так называть это образование) движутся. Но как?

Известно, что движение крупных тел солнечной системы — больших планет и наибольших из астероидов— определяется законом всемирного тяготения. Все они обращаются вокруг Солнца по эллипсам и будут двигаться так еще неопределенно долгое время.

Иначе ведут себя мелкие твердые частички, в частности та мельчайшая твердая пыль, которая является основной составляющей частью зодиакального облака.

На мелкие твердые тела заметное воздействие оказывает световое давление солнечных лучей. Как и силы тяготения, световое давление изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния от Солнца. Если притяжение, действующее со стороны Солнца на твердую частичку, направлено к Солнцу, то световое давление играет роль отталкивательной силы. Оно всегда направлено в сторону, противоположную Солнцу.

Борьба этих двух сил определяет судьбу частички.

Допустим, что обе силы равны по величине. Можно подсчитать, что такое равенство будет иметь место для крохотных частичек с поперечником порядка 0,0001 миллиметра. На такие частицы фактически силы не действуют (равнодействующая равна нулю) и потому относительно Солнца они должны двигаться

прямолинейно и равномерно. Любопытно, что это единственный реальный случай, когда в пределах солнечной системы становится возможным прямолинейное и равномерное движение.

Если частица будет иметь меньшие размеры, то солнечный свет станет отталкивать ее. В результате частица со все возрастающей скоростью полетит прочь от Солнца в межзвездное пространство по орбите, представляющей собой гиперболу. Рано или поздно солнечные лучи «выгонят» такую частицу за границы солнечной системы.

Иначе сложится судьба тех частиц, поперечник которых превышает 0,0001 миллиметра. Для них сила тяготения Солнца преобладает над отталкивательным действием его лучей. Поэтому такие частицы начнут обращаться вокруг Солнца по эллиптическим орбитам как самостоятельные крошечные планетки. Правда, разыгрывать роль планет им придется не так уж долго. Световое давление, не смогшее «выгнать» их из семьи настоящих больших планет, сумеет «расправиться» с ними не менее жестоко.

Представьте себе, что вы бежите под проливным дождем. Даже если капли дождя летят на землю строго вертикально, дождь будет бить вам в лицо, как бы сопротивляясь вашему движению.

Нечто подобное произойдет и с небольшой частицей, обращающейся вокруг Солнца. «Дождь» солнечных лучей будет бить ей «в лоб», оказывая на частицу боковое световое давление. Это явление, известное в физике под названием эффекта Пойнтинга — Робертсона, в судьбе частицы сыграет решающую роль. Боковое давление света будет медленно, но верно тормозить полет частицы вокруг Солнца. Скорость ее постепенно уменьшится, и частица начнет приближаться к Солнцу по некоторой спиралеобразной кривой.

Конец ее предопределен — рано или поздно частица упадет на Солнце, и тогда в его атмосфере возникнет микроскопически маленькое газовое облачко — остаток бывшей планетки.

Количественная сторона явлений всегда тесно связана с их качественной стороной. Для Земли и ей подобных планет эффект Пойнтинга — Робертсона так ничтожно мал, что практически световое давление на движение Земли никак не влияет. Но для частиц зодиакального облака этим эффектом пренебрегать нельзя. По расчетам В. Г. Фесенкова, частица поперечником 10 микрон и плотностью, равной единице, начавшая движение на расстоянии 150 миллионов километров от Солнца, упадет на его поверхность через семь тысяч лет.

В жизни человечества семь тысяч лет — срок немалый. Но в

жизни тел солнечной системы тысяча лет означает примерно то же, что час в жизни человека. Значит, падение на Солнце частиц зодиакального облака— процесс сравнительно быстрый. Гораздо быстрее покидают солнечную систему те частицы зодиакального света, поперечник которых меньше 0,0001 миллиметра. Крупных частиц, как показали работы В. Г. Фесенкова, в зодиакальном облаке должно быть очень мало.

Вывод из сказанного может быть только один: вещество зодиакального облака должно непрерывно обновляться. Только в этом случае может быть понятно продолжительное существование зодиакального света.

Можно подсчитать, какова масса зодиакального облака, например, в пределах земной орбиты. Такие под счеты, проведенные В. Г. Фесенковым, дают с первого взгляда внушительную величину — 1 000 000 000 000 (10^{12}) тонн, что по отношению к массе Земли (10^{27}) составляет всего 1/1 000 000 000 000 000 долю.

Из этой части зодиакального облака можно было бы слепить астероид поперечником всего лишь 10 километров. Такое количество вещества, по расчетам В. Г. Фесенкова, выпадает на Солнце за миллион лет.

Вели считать, что зодиакальный свет существует уже несколько сотен миллионов лет, то за это время он должен был полностью обновиться не менее нескольких сотен раз. Иначе говоря, на его образование должна была уйти значительная доля массы распавшегося Фаэтона.

Может быть, в образовании зодиакального света Фаэтон и не замешан. В 1955 году, основываясь на новейших наблюдениях, бельгийский астроном Колман пришел к выводу, что некоторые свойства частиц зодиакального света сильно отличаются от свойств метеорных тел. В частности, зодиакальные частицы должны быть гораздо плотнее тех метеорных частиц, которые порождают «падающие звезды». Поэтому возможно, что зодиакальный свет вызван твердыми частицами, выделяющимися при распаде комет. Могут быть мыслимы и иные пути его происхождения.

Недавно астрономы снова убедились, что их представления о зодиакальном свете далеко не полны. При детальном изучении призрачного света с помощью специальных инструментов — поляриметров — обнаружилось, что в состав зодиакального света, помимо твердой пыли, возможно, входят свободные электроны. Облако электронов в целом имеет такую же форму, как и облако пылевых частиц. Как пыль, так и электроны распределены в межпланетном пространстве очень редко. Вблизи Земли в 1

кубическом сантиметре пространства должно находиться не более тысячи электронов, между тем как в том же объеме комнатного воздуха их число фантастически велико.

Частицы пыли, образующей зодиакальное облако, встречаются еще реже. На том же расстоянии от Солнца одна ничтожно малая твердая пылинка отдалена от другой в среднем на 1 километр.

Откуда взялись электроны в зодиакальном облаке?

Источником их может быть Солнце. Оно, как известно, постоянно выбрасывает в мировое пространство колоссальное количество электрически заряженных частиц (корпускул), среди которых не последнее место занимают электроны.

В отличие от протонов, также в изобилии извергаемых Солнцем, электроны очень сильно рассеивают солнечный свет. Благодаря этому и было заподозрено их присутствие в зодиакальном свете.

Некоторые астрономы считают, что три четверти зодиакального света должно приходиться на пыль и около одной четверти — на электроны. Возможно, что в образовании зодиакального света некоторая роль принадлежит и свечению атмосферы.

По мнению академика В. Г. Фесенкова, подтвержденному наблюдениями, которые он провел в 1957 году в Египте, гипотеза о наличии в зодиакальном свете электронов является излишней. Оптические свойства зодиакального света могут быть объяснены взаимодействием солнечных лучей с твердой пылью, которая, по-видимому, и составляет зодиакальный свет.

Подробное изучение зодиакального света еще только начинается. Не вполне выяснено происхождение порождающего его облака. Остается открытым вопрос о причинах изменений яркости зодиакального света, реальность которых была недавно установлена.

Зодиакальный свет — благодарная область для научных исследований. Изучение этого призрачного света входит в программу научных работ международного геофизического сотрудничества.

Многого можно ожидать в этом вопросе от искусственных спутников Земли. С некоторых из них удастся (с помощью фотоаппаратов) «увидеть» зодиакальный свет, так сказать, в «чистом виде», то есть за границами земной атмосферы, которая заметно мешает его наблюдениям. Особенно ценным будут фотографии спектра зодиакального света, полученные со спутника. Они, несомненно, сделают этот призрачный свет гораздо более понятным.

МЕРКУРИЙ И ЕГО ДВИЖЕНИЕ

Уже много веков среди астрономов бытует поговорка «Felix astronomus, qui vidit Mercurium», которая в переводе с латинского на русский язык звучит так: «Счастлив астроном, видевший Меркурий».

Говорят, что этого счастья был лишен даже Коперник, который с туманных берегов Балтийского моря за всю свою долгую жизнь ни разу не видел Меркурия.

Причина плохой видимости Меркурия общеизвестна. Меркурий близок к Солнцу. Только 58 миллионов километров отделяют эту планету от центрального тела нашей солнечной системы, что составляет около 2/5 расстояния от Земли до Солнца. Впрочем, указанная величина является величиной средней. Благодаря сильной вытянутости своей орбиты Меркурий может иногда сближаться с Солнцем до 46 миллионов километров, между тем как в иные моменты его расстояние от Солнца может возрастать до 70 миллионов километров.

На небе Меркурий всегда находится в непосредственном соседстве с Солнцем и потому почти постоянно скрывается в его ослепительных лучах. Только при наиболее благоприятном стечении обстоятельств Меркурий удаляется от Солнца на 28 градусов, что составляет пятьдесят шесть видимых поперечников Луны. В такие периоды его иногда удается наблюдать в лучах утренней или вечерней зари как желтоватую сравнительно яркую звездочку.

Кстати сказать, если бы можно было перенести Меркурий на ночное небо, его блеск почти не уступал бы блеску Сириуса — ярчайшей из звезд.

При наблюдении в телескоп Меркурий (как и Венера) напоминает крошечную Луну. Есть, однако, существенное отличие фаз этих планет от фаз Луны. Видимые размеры Луны в любых ее фазах одинаковы. Иначе выглядят Меркурий и Венера. Наибольших видимых размеров эти планеты достигают при наименьших фазах. Наоборот, когда Меркурий и Венера становятся полными дисками и, следовательно, земному наблюдателю их поверхность раскрывается в наибольших размерах, обе планеты, находясь за Солнцем, практически невидимы; кроме того, их видимые поперечники становятся наименьшими. К этому можно добавить, что вечером и утром Меркурий наблюдать тоже не вполне удобно, так как он виден низко над горизонтом сквозь запыленный и волнующийся от воздушных токов слой атмосферы.

Как это ни парадоксально, но лучше всего наблюдать Меркурий днем. Да, именно днем, при полном солнечном свете. Для этого необходимо направить телескоп на то место неба, где должен находиться Меркурий, и заслонить объектив телескопа от прямых солнечных лучей каким-нибудь экраном. При наблюдениях в телескоп звезды кажутся ярче, а фон неба темнее, чем невооруженному глазу, и потому, как известно, в телескопы днем можно наблюдать не только планеты, но и некоторые из наиболее ярких звезд.

Так и поступил знаменитый французский исследователь планет Э. Антониади, когда летом 1927 года он занялся систематическими наблюдениями Меркурия.

В распоряжении Антониади находился великолепный телескоп Медонской обсерватории, с поперечником объектива 83 сантиметра. Атмосфера в районе Медона отличалась достаточным спокойствием и сравнительной прозрачностью, а главное — это сам наблюдатель, к тому времени получивший всемирную известность как один из наиболее искусных исследователей планет.

Достоверные знания о Меркурии в те годы были весьма скудны. Кроме сведений о форме, размерах и положении в пространстве орбиты Меркурия, к числу достоверных данных можно было отнести результаты измерений диаметра планеты. Последний оказался близким к 5140 километрам, что составляет 0,403 поперечника Земли. Что же касается других результатов наблюдений, то они были по меньшей мере спорны.

Так, например, по наблюдениям одних астрономов, Меркурий постоянно обращен к Солнцу одной своей стороной. Другие наблюдатели уверяли, что им удалось обнаружить вращение Меркурия вокруг оси с периодом, почти равным земным суткам. Как те, так и другие ссылались при этом на пятна, которые им удавалось разглядеть на поверхности планеты. Однако эти пятна наблюдались не всегда отчетливо, да к тому же на рисунках разных наблюдателей они выглядели по-разному. Так же неясен был и вопрос о наличии вокруг Меркурия атмосферы.

Заметим, что, обращаясь вокруг Солнца по эллиптической орбите, несколько наклоненной к плоскости земной орбиты, Меркурий, как и Луна, подвержен либрации. Кроме того, благодаря близости к Солнцу и огромным размерам последнего Солнце освещает несколько больше половины Меркурия. Из-за либрации и этого эффекта разным наблюдателям при любой продолжительности суток на Меркурии могли быть доступны разные части его поверхности.

Очевидно, что задача, преследуемая Антониади — создание

гермографии[3], или географии Меркурия, — была весьма трудна.

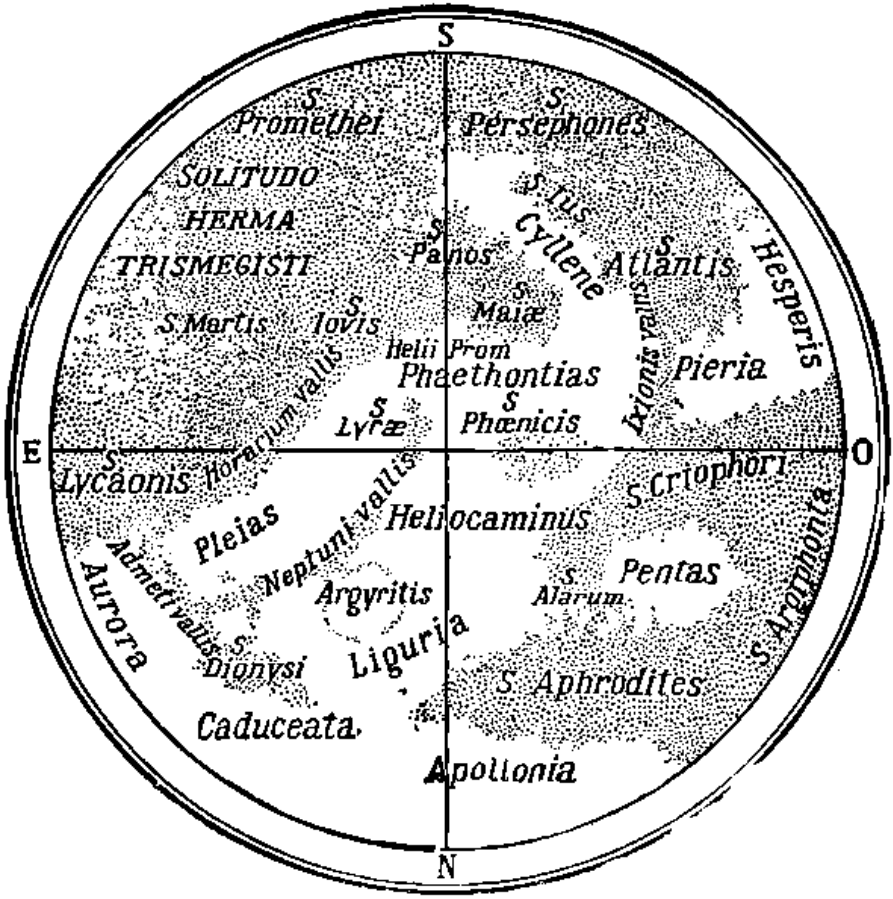
В течение трех лет Антониади наблюдал Меркурий. Наблюдения велись днем в то время, когда, проходя над точкой юга, Меркурий занимал наивысшее положение над горизонтом. Этим почти устранялось вредное влияние атмосферы. Результаты, к которым пришел Антониади, весьма интересны.

На рисунке приведена карта поверхности Меркурия, составленная по наблюдениям Антониади. В отличие от земных полушарий, карта Меркурия изображает только одно полушарие планеты — как окончательно доказал Антониади, Меркурий всегда обращен к Солнцу одной стороной. В этом отношении он похож на Луну, которая никогда не показывает нам своего «затылка». Но если лунный «затылок» регулярно освещается Солнцем совершенно так же, как и лунное «лицо», то «затылок» Меркурия постоянно находится в тени.

Меркурий оказался миром своеобразных контрастов. Никакой смены дня и ночи там нет — вечный день на одной стороне и никогда не кончающаяся ночь на другой его половине.

Карта дневного полушария Меркурия, составленная Антониади, изобилует разнообразными пятнами — светлыми и темными. Нарушая традицию, по которой темным пятнам Луны, а затем и Марса было присвоено название морей, Антониади решил сероватые пятна на поверхности Меркурия называть пустынями.

Некоторые из этих пустынь весьма обширны. Например, пустыня Прометей (Promethei), находящаяся в левом верхнем углу карты, по площади превосходит Францию. Чернота пустынь различна — некоторые из них напоминают бледные тени, другие выглядят как резко очерченные темные пятна.



Карта. Меркурия по Антониади.

Светлые области на Меркурии также неодинаковы по своей яркости. Наиболее яркой областью на видимой стороне Меркурия является светлая пустыня Argyritis, тогда как наиболее темным пятном выглядит пустыня Criophori.

Пятна на поверхности Меркурия, как установил Антониади, занимают неизменное расположение по отношению к терминатору — границе света и тени на диске Меркурия. Это и означает, что Меркурий всегда обращен к Солнцу одной стороной.

Однако если расположение пустынь Меркурия в указанном смысле неизменно, то видимость их, наоборот, подвержена значительным изменениям. И Антониади и предшествующие ему наблюдатели не раз отмечали, что пятна на поверхности Меркурия иногда заволакиваются какой-то дымкой, каким-то легким туманом.

Эти «бледные туманы», как называет загадочные образования

Антониади, — белесоватые, большей частью весьма прозрачные, но иногда достигающие такой густоты, что за ними полностью скрываются темные пустыни.

Туманы наблюдаются преимущественно на краях диска Меркурия, причем часто они кажутся беловатыми полосами длиной иногда до 5 тысяч километров.

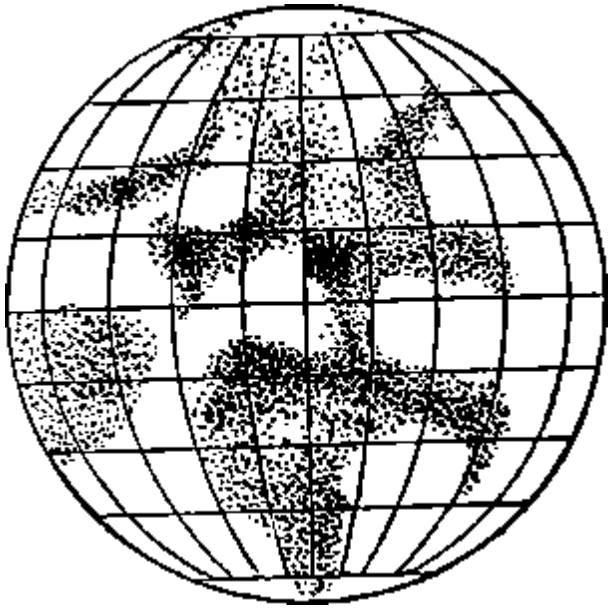
Снимки Меркурия, полученные французским астрономом Ф. Кенюсэ в 1931 году, зафиксировали некоторые из его загадочных туманов.

Белизна этих туманов оказалась весьма далекой от белизны наиболее бледных земных облаков, но в реальности их Антониади не сомневался. Он был убежден, что Меркурий окружен атмосферой, хотя его туманы не имеют ничего общего с облаками и туманами Земли.

«Наличие водяных капель на освещенном Солнцем полушарии Меркурия, — писал он, — представляется невозможным в силу господствующей на нем страшной жары.

В этих условиях наиболее приемлемой гипотезой является объяснение характерных образований в атмосфере Меркурия наличием в ней облаков чрезвычайно мелкой пыли, взметаемой ветрами большой силы и вертикальными течениями, восходящими над обширными, выжженными Солнцем пустынями этого светила».

Выводы об атмосфере Меркурия, к которым пришел Антониади, долгие годы вызывали сомнения. Нужен был очень тренированный глаз, чтобы увидеть «бледные туманы» Меркурия, да, кроме того, размеры Меркурия, близкие к размерам Луны, исключали, казалось, всякую возможность существования вокруг него сколько-нибудь плотной воздушной оболочки. О каких же тогда ураганных ветрах могла идти речь? Правда, поперечник Меркурия на 1667 километров больше диаметра Луны, а по массе он превосходит ее в три раза, так что спор об атмосфере Меркурия далеко нельзя было считать решенным.



Современная фотокарта Меркурия.

Летом 1942 года систематические исследования Меркурия были продолжены соотечественником Антониади, астрономом А. Дольфусом. Обстановка, в которой велись эти наблюдения, была необычной. Обсерватория Пик дю Миди, где наблюдал Дольфус, находится в Пиренеях, на высоте 2870 метров над уровнем моря.

Чудесный горный воздух, исключительная прозрачность и спокойствие атмосферы содействовали успеху. Хотя вначале у Дольфуса был телескоп с поперечником 38 сантиметров, который в 1944 году был заменен телескопом с объективом диаметром 60 сантиметров, прекрасные атмосферные условия вполне компенсировали некоторое «инструментальное» преимущество Антониади.

После десяти лет непрерывных наблюдений Дольфус в 1953 году опубликовал полученные им результаты.

Дольфусу и его сотрудникам удалось сделать много фотоснимков Меркурия и на их основе составить первую фотокарту планеты. Ее сравнение с картами других наблюдателей обнаруживает достаточное общее сходство. В особенности это относится к рисункам Антониади. Сравнение фотографий Меркурия с рисунками, сделанными еще в 1889 году, вновь подтвердило, что год Меркурия равен его суткам и в нашей земной мере составляет восемьдесят восемь суток.

Дольфус в отличие от Антониади никаких «бледных туманов» не заметил. Но, с другой стороны, исследование солнечного

света, отраженного Меркурием, с помощью специального прибора — поляриметра — привело Дольфуса к важному открытию: он обнаружил атмосферу Меркурия! Метод, примененный Дольфусом, дал возможность вычислить, что плотность ее, по-видимому, не превышает плотности земной атмосферы. Даже у самой поверхности Меркурия ртутный барометр показал бы давление всего в 1 миллиметр ртутного столба.

Но если все-таки атмосфера есть, то, значит, могут быть и ветры. Дуют же ураганные ветры в земной стратосфере на высоте в несколько десятков километров, где разреженность атмосферы еще больше, чем у поверхности Меркурия. Поэтому «бледные туманы» Меркурия нельзя считать иллюзорными. Может быть, и прав Антониади, говоривший о пылевых бурях на Меркурии. С другой стороны, вспомните, что на Луне, практически лишенной атмосферы, также наблюдаются загадочные туманы, быть может, вулканического происхождения. Кто может поручиться, что вулканизм полностью прекратился на Меркурии?

Дольфус, правда, не видел туманов. Но его свидетельству противостоит наблюдение не менее опытных исследователей планет, отлично владевших техникой визуальных наблюдений.

Загадки Меркурия еще не решены. Почти не изучена его поверхность, о составе которой мы ничего не знаем. Требуют дальнейшего изучения его таинственные «бледные туманы». Меркурий наряду с Плутоном является одной из наименее изученных планет.

В прошлом веке много шуму наделала история с открытием интрамеркуриальной планеты Вулкан. Повинен во всем Меркурий, точнее говоря — его сложное и в те времена казавшееся необъяснимым движение. Но… расскажем все по порядку.

Знаменитый французский астроном Урбан Леверье, открывший в 1846 году «на кончике своего пера» новую планету, Нептун, сделал попытку повторить подобное открытие. Обстоятельно исследовав движение Меркурия, он пришел к выводу, что в этом движении наблюдаются такие особенности, которые нельзя объяснить притяжением Меркурия только существующими планетами. В частности, оказалось, что ближайшая к Солнцу точка орбиты Меркурия — перигелий — движется в пространстве вместе со всей орбитой не совсем так, как это следовало из закона всемирного тяготения. Расхождение было очень малым: перигелий орбиты Меркурия двигался быстрее положенного всего на 43 секунды дуги за столетие. Иначе говоря, за год он смещался на такой угол, под которым копеечная монета видна с расстояния 50 метров. Но Урбан Леверье был

строгим ученым, работавшим в области небесной механики — самого математизированного раздела астрономии, а потому пренебречь подобной невязкой он не мог.

Попытки объяснить загадочную невязку неточностью сведений о массах планет не увенчались успехом. Леверье подсчитал, что для устранения невязки массу Венеры пришлось бы увеличить на 10 процентов, что никак не согласовывалось с многочисленными фактами. И тогда Леверье высказал предположение, что между Меркурием и Солнцем есть одна или несколько неизвестных планет, которые и «возмущают» движение Меркурия.

Авторитет Леверье был так велик, что многие астрономы начали поиски новой планеты.

В конце 1858 года распространились слухи, что Вулкан (как уже назвали неизвестную планету) открыт. Увидел Вулкан любитель астрономии врач Лескарбо из местечка Оржер. Желая оградить себя от возможного обмана, Леверье инкогнито отправился в Оржер и там со всей присущей ему строгостью допросил Лескарбо, который и не подозревал, кто был этот неизвестный, так заинтересовавшийся его открытием.

Ответы Лескарбо настолько удовлетворили Леверье, что, вернувшись в Париж, ученый 26 марта 1859 года на первом заседании Академии наук официально заявил об открытии Вулкана. Он даже привел результаты собственных расчетов, по которым получалось, что Вулкан находится к Солнцу почти втрое ближе, чем Меркурий и обращается вокруг него всего лишь за двадцать суток.

Вслед за этим, при содействии Леверье, Лескарбо опубликовал подробный отчет о своих наблюдениях, в котором, между прочим, сообщал, что еще в 1845 году, до открытия Нептуна, ему удалось впервые наблюдать Вулкан.

К сожалению, история, обессмертившая имя Леверье, не повторилась. Открытие Лескарбо не было никем подтверждено. Оказались иллюзорными и другие «открытия» Вулкана. В настоящее время строго доказано, что внутри орбиты Меркурия не может быть планетоподобных тел сколько-нибудь значительных размеров.

Вулкана, увы, не существует. Но открытая Леверье, казалось, незначительная невязка в движении Меркурия в истории науки сыграла исключительно важную роль.

В начале текущего века нашим великим современником, физиком Альбертом Эйнштейном (1879–1955) была выдвинута знаменитая теория относительности. К сожалению, в рамках этой книги совершенно невозможно изложить суть этой теории, не

говоря уже о ее чрезвычайно сложном математическом аппарате.

Скажем лишь одно — теория относительности полностью объяснила движение Меркурия. Невязка в 43 секунды оказалась в точности такой, какой предсказывала эта теория. Поэтому объяснение движения Меркурия стало одним из главных опытных подтверждений теории относительности. Если вспомнить, с каким недоверием и подчас непониманием встречались первые работы Эйнштейна, то станет особенно понятным значение услуги, оказанной науке наименьшей из больших планет.

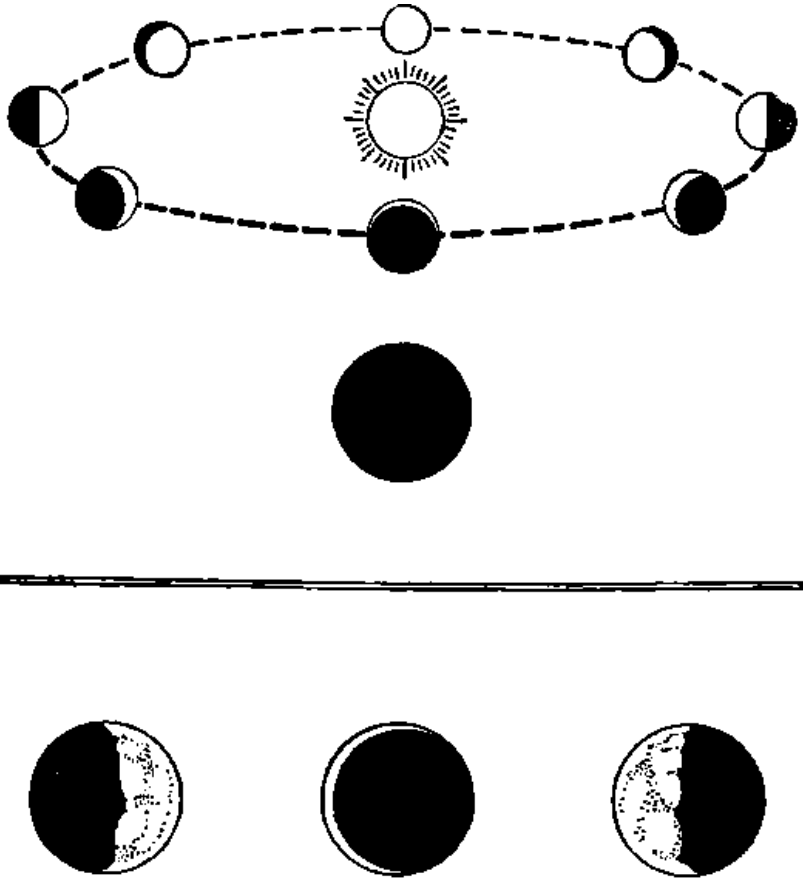
В наши дни теория относительности общепризнана. Без нее немыслимы расчеты современных сверхмощных ускорителей и атомных реакторов. Она стала основой для познания атомных процессов.

История с мнимым открытием планеты Вулкан показывает, что наука, несмотря на временные заблуждения, ь конечном счете всегда отыскивает правильный путь.

ЗАГАДКИ ВЕНЕРЫ

Наша соседка в мировом пространстве — планета Венера является после Солнца и Луны самым ярким небесным светилом. В те периоды, когда блеск Венеры достигает максимума, она становится в тринадцать раз ярче Сириуса, и тогда предметы, освещенные Венерой, отбрасывают заметную тень. Вызывая восхищение своим необычайным блеском, Венера в то же время разочаровывает тех, кто смотрит на нее в телескоп.

Правда, в поле зрения телескопа виднеется узенький серпик, напоминающий крохотную Луну. Но, увы, при всех фазах Венеры ее видимая поверхность представляется равномерно белой с наблюдающимися иногда неясными сероватыми пятнами. Попытки составить карту поверхности Венеры, подобную, например, картам Марса или Луны, неизменно оканчивались неудачей. Сероватые пятна, виднеющиеся на Венере, не обнаруживают никаких признаков постоянства. Создать карту Венеры оказалось так же трудно, как, например, нарисовать карту земного неба с бегущими по нему облаками.



Фазы Венеры и ее внешний вид.

Венера окутана плотной облачной атмосферой. Подобно земным облакам, облака Венеры отражают значительную долю падающих на них солнечных лучей. Этим и объясняется как необычный блеск Венеры, так и: ее ярко-белая окраска.

Атмосфера Венеры действительно обширна и плотна. Она сильно рассеивает солнечные лучи, чем объясняется общеизвестное явление удлинения рогов Венеры. В те дни, когда Венера максимально сближается с Землей, становясь между нашей планетой и Солнцем, удается иногда наблюдать блестящий ободок вокруг почти полностью темного диска планеты. Это светится атмосфера Венеры, рассеивающая пронизывающие ее солнечные лучи.

Наличие атмосферы вокруг Венеры вполне естественно. Ведь наша небесная соседка по размерам и массе лишь немногим уступает Земле. Поперечник Венеры равен 12 600, у Земли — 13 670 километрам, а ее масса составляет 0,82 массы земного шара. Из количества вещества, образующего Землю, можно было бы

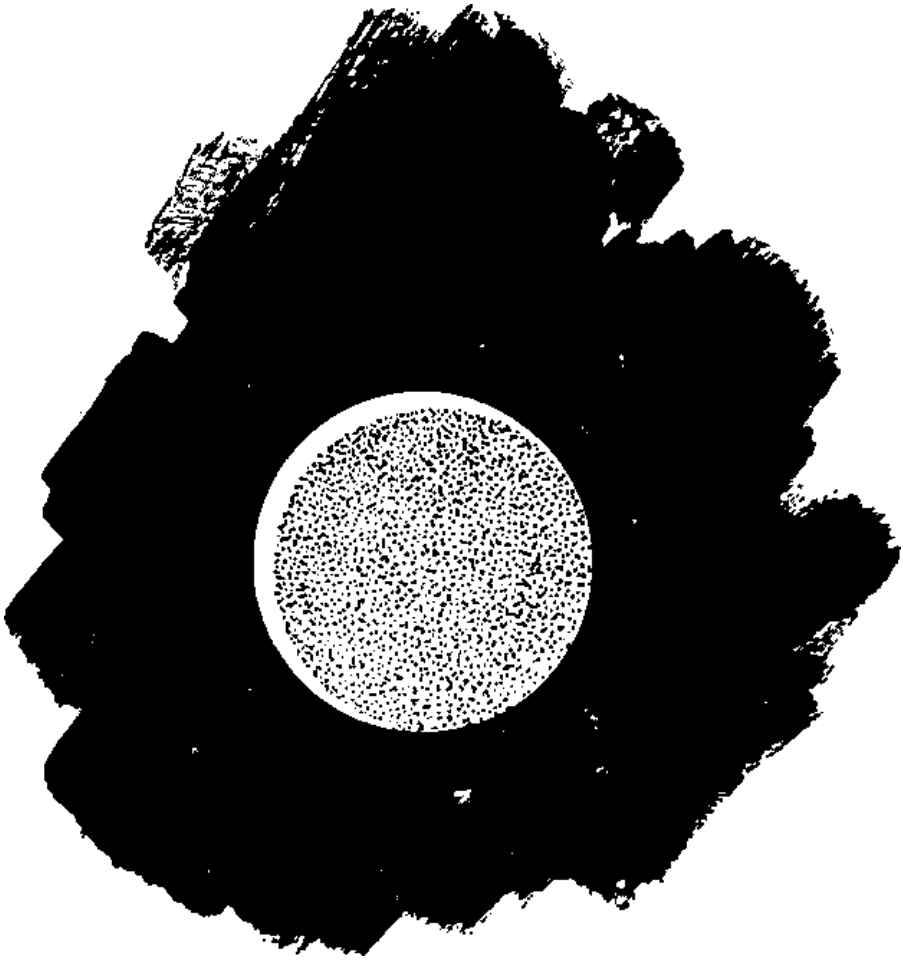
«слепить» не только планету, равную Венере, но и, кроме того, еще около семнадцати шаров, по массе равных Луне.

Хорошо известно, чему равен год Венеры: эта планета обходит Солнце на расстоянии 108 миллионов километров за двести двадцать пять земных дней. Но о скорости вращения Венеры вокруг ее оси ничего определенного сказать нельзя. Виновата в этом атмосфера Венеры. Сквозь нее не видно ни одной детали, относящейся к твердой поверхности планеты, по смещению которой можно было бы определить продолжительность суток на Венере.

Не помог в этом и спектральный анализ. При наблюдении краев диска Венеры никаких кажущихся смещений спектральных линий, вызываемых движением наблюдаемого объекта, не обнаружено. Учитывая точность современных спектральных приборов, можно отсюда сделать вывод, что продолжительность суток на Венере, во всяком случае, больше трех недель.

Одно время думали, что Венера, подобно Меркурию, постоянно обращена к Солнцу одной стороной, иначе говоря, что сутки на Венере равны ее году. Но такому выводу противоречат данные о температуре на дневном и ночном полушариях Венеры.

По детальным измерениям, выполненным на обсерватории Маунт-Вильсон (США), оказалось, что и днем и ночью верхние, слои атмосферы Венеры имеют почти одинаковую температуру, близкую к плюс 40 градусам по Цельсию. Это сглаживание ночных и дневных температур может быть вызвано только сравнительно быстрым вращением Венеры вокруг оси, при котором теплоотдача, уравновешиваясь с поглощением тепла, обеспечивает тем самым некоторый постоянный температурный режим.



Пепельный свет Венеры.

Продолжительность суток на Венере является первой ее загадкой.

До 1927 года Венера считалась двойником Земли. Полагали, что за облачным покровом Венеры на ее поверхности скрыт какой-то органический мир, а окружающая планету атмосфера во всем похожа на воздушную оболочку Земли. Но в 1927 году наступило первое разочарование. С помощью 100-дюймового телескопа обсерватории Маунт-Вильсон астроном Росс получил серию снимков Венеры сквозь различные светофильтры. Росс ожидал, что неясные серые пятна в атмосфере Венеры будут лучше всего видны в желтых, красных и инфракрасных лучах. Ведь именно такие светофильтры и употребляют фотографы для съемки далеких земных пейзажей.

Результат, однако, оказался неожиданным. На снимках в

инфракрасных лучах Венера выглядела совершенно так же, как и при наблюдениях без светофильтра. Зато снимки в ультрафиолетовых лучах резко выделялись невидимыми глазом темными и светлыми пятнами изменчивых очертаний. Несомненно, это были какие-то атмосферные образования, причем, по мнению Росса, белые пятна представляют собой облака, а разделяющие их темные пятна — прорывы в облаках. Правда, в эти прорывы виднелись лишь нижние слои более темных облаков, а загадочная поверхность Венеры по-прежнему оставалась закрытой.

Росс надеялся пробиться сквозь облачный океан Венеры с помощью инфракрасных лучей, но неожиданно гораздо лучшим «буром» оказался ультрафиолетовый светофильтр. Значит, атмосфера Венеры по своим свойствам сильно отличается от атмосферы Земли.

Окружающий нас воздух подчиняется так называемому закону Рэлея — наиболее интенсивно он рассеивает синие и фиолетовые лучи. В атмосфере Венеры закон Рэлея не действует. Это означает, что солнечные лучи рассеиваются в ней иначе, чем на Земле.

За тридцать с лишком лет, прошедших с момента описанного открытия, ряд астрономов пытался разобраться в оптических свойствах атмосферы Венеры. Особенно подробные исследования были проведены советскими астрономами профессорами Н. П. Барабашовым и В. В. Соболевым. Общий вывод из этих работ таков: рассеяние света в атмосфере Венеры производится множеством сравнительно крупных твердых частиц, то есть какой-то пылью неизвестной природы. Удивительно, что эти данные относятся к самым верхним слоям атмосферы Венеры, которые, таким образом, в отличие от соответствующих слоев земной атмосферы оказались сильно запыленными.

Спектральный анализ, примененный к атмосфере Венеры, внес пока мало ясности в решение ее загадок. Ведь солнечные лучи, отражаясь от сплошного облачного покрова Венеры, позволяют узнать состав только самых верхних слоев ее атмосферы. Природа же нижних ее слоев и тем более поверхности Венеры остается неизвестной. И все-таки изучение спектра Венеры привело к важным открытиям.

Еще в 1932 году было установлено, что атмосфера Венеры исключительно богата углекислым газом. Только в верхних ее слоях этого газа почти в четыреста раз больше, чем во всей земной атмосфере. Зато, несмотря на неоднократные попытки, ни кислорода, ни водяного пара обнаружено не было. В полученных до сих иор спектрограммах нет ни малейших следов присутствия

этих газов.

В 1953 году на Крымской астрофизической обсерватории астроном Н. А. Козырев получил высококачественные снимки спектра Венеры, на которых удалось рассмотреть полосы, принадлежащие ионизированному азоту.

Огромное количество углекислоты, азот при практически полном отсутствии водяных паров и кислорода — вот, собственно, все, что нам известно о составе атмосферы Венеры.

Как же тогда объяснить необычную облачность этой атмосферы? Можно ли при тех неожиданных выводах, к которым привел спектральный анализ, считать облака Венеры скоплением мельчайших водяных капелек, как и земные облака?

Мнения астрономов здесь разделяются. Английский астроном Вильдт считает, что облака Венеры состоят не из капелек воды, а из кристалликов формальдегида, образующегося при соединении под действием ультрафиолетовых лучей углекислого газа и водяных паров.

Чистый газообразный формальдегид бесцветен. Однако при добавлении к нему даже небольших примесей воды мгновенно возникают блестящие облака. Составляющие их молекулы образуют капли обычной пластмассы.

Мы привыкли к пластмассовым изделиям, мы ценим их высокие качества, но, право же, трудно представить себе пластмассовые дожди, превратившие за миллионы лет поверхность Венеры в сплошную пластмассовую корку!

В научно-фантастическом романе польского писателя Станислава Лема «Астронавты», изданном на русском языке в 1957 году, увлекательно описывается путешествие на Венеру.

Прибыв на соседнюю планету, отважные астронавты убеждаются, что гипотеза Вильдта соответствует действительности— глазам предстает необычный пластмассовый мир!

К сожалению, выводы Вильдта далеко не бесспорны. Во-первых, в процессе образования формальдегида должен выделяться свободный кислород ($C0_2 + H_20 = CH_2 + 30$). Почему же, в таком случае, в спектре Венеры отсутствуют линии этого газа?

Во-вторых, никаких следов водяных паров, столь необходимых для образования формальдегида, также не обнаружено.

В-третьих, наконец, ни в одном из полученных до сих пор спектров Венеры нет и следов формальдегида, который, если верить Вильдту, должен быть основной составляющей частью атмосферы Венеры.

Последнее обстоятельство Вильдт объясняет тем, что при сравнительно низкой температуре верхних слоев атмосферы Венеры формальдегид очень плохо испаряется и потому не может быть найден. Однако два первых возражения полностью сохраняют свою силу.

В 1956 году французский астроном Довилье опубликовал работу, в которой пытается доказать, что облака Венеры состоят из нитрита аммония (NH_4NO_2), который возникает под действием электрических разрядов при соединении азота и воды ($N_2 + 2H_20 = NH_4N0_2$). Однако если считать возможными грозовые явления в атмосфере Венеры, то возникают сомнения, откуда могут браться пары воды, наличие которых на Венере спектральный анализ упорно отрицает.

Многим астрономам «химические» облака, вроде облаков из формальдегида, кажутся чем-то настолько противоестественным, что они пытаются все же снова вернуться к гипотезе обычных, водяных облаков.

В спектре Венеры нет следов водяных паров — с этим фактом трудно спорить. Но, с другой стороны, еще в двадцатых годах текущего века французский астроном Лио заметил, что отражательные свойства облаков Венеры (точнее говоря, так называемая поляризация ими солнечного света) весьма сходны с такими же свойствами земных облаков. Основываясь на этом, американские астрономы Уиппл и Мензел в 1952 году выступили с гипотезой, что поверхность Венеры сплошь покрыта водным океаном. Действительно, если облака Венеры состоят из водяных капелек, а на ее поверхности имеются и суша и океаны, то в таком случае влажные горные породы, соприкасающиеся с атмосферой, поглотили бы из нее практически весь углекислый газ. *Между* тем факты говорят об обратном — углекислоты в атмосфере Венеры очень много. Отсюда Уиппл и Мензел приходят к заключению, что на поверхности Венеры нет ни малейшего клочка суши. Густые серые тучи, никогда не пропускающие прямые солнечные лучи, несутся над, в буквальном смысле слова, безбрежным сплошным океаном.

Слабость этой гипотезы очевидна. Она держится на произвольном допущении, что на Венере есть вода. Между тем при полном отсутствии воды углекислый газ так же сохранится в атмосфере, как и при сплошном водном океане.

Сплошная суша или сплошной океан одинаково хорошо объясняют обилие углекислоты в атмосфере Венеры. Но так как в ее спектре нет следов водяных паров, то скорее следует отдать предпочтение «сухой» гипотезе.

Убедившись в бесплодности попыток пробиться сквозь

облачный слой Венеры, астрономы исследуют распределение яркости по видимому диску планеты. Много подобных наблюдений было проведено на Харьковской обсерватории Н. П. Барабашовым и его сотрудниками.

При наблюдениях Венеры через красные и желтые светофильтры неожиданно выяснился один интересный факт. Оказывается, максимум яркости приходится на те участки диска Венеры, для которых угол отражения солнечных лучей равен углу их падения. Иначе говоря, здесь по-видимому, проявился зеркальный эффект поверхности Венеры, так как газовая атмосфера зеркальными свойствами обладать не может. Значит, на поверхности Венеры есть какие-то оранжевые или красноватые пред меты, которые сравнительно сильно отражают солнечные лучи. Что же это за предметы?

Известный советский исследователь планет Г. А. Тихов полагал, что на Венере существует богатый растительный мир. Однако оптические свойства растений Венеры должны сильно отличаться от оптических свойств растений Земли. На поверхности Венеры очень жарко — температура там, вероятно, близка к 50–60 градусам по Цельсию. Близость Венеры к Солнцу, густой облачный покров, играющий роль одеяла, создают на ее поверхности, по мнению Г. А. Тихова, оранжерейный климат. Поэтому растения Венеры должны иметь не зеленую, а оранжевую и красноватую окраску. Благодаря этому они отражают оранжевые и красные лучи, несущие им совершенно излишний избыток тепла. Кстати сказать, подобную окраску имеют некоторые водоросли, живущие в горячих земных источниках.

Красные леса, оранжевые луга — что, казалось бы, может быть более фантастичным! Однако открытие, сделанное на Харьковской обсерватории, заставляет с полной серьезностью отнестись к гипотезе Г. А. Тихова. Быть может, сквозь облачную мутную атмосферу Венеры мы действительно уловили лучи, отраженные ее оранжевокрасными растениями.

Обилие гипотез всегда является признаком недостатка достоверных знаний. В самом деле, как противоречивы картины соседнего мира, рисуемые современными астрономами! Пластмассовая планета с океанами, материками и даже облаками из этого столь прозаичного в земной обстановке материала, или мир, иллюстрирующий библейскую легенду о всемирном потопе, или, наконец, почти экзотический «рай» с оранжево-красными пейзажами. Какая из всех этих картин соответствует действительности?

За облачным покровом Венеры скрыт таинственный мир, загадки которого еще далеки от разрешения.

Что они будут раскрыты, в этом нет сомнения. Ведь некоторые из загадок Венеры ныне успешно решены.

Такова, например, история изучения пепельного света Венеры. В современные телескопы сравнительно легко обнаружить это странное свечение неосвещенной части диска Венеры, напоминающее пепельный свет Луны. Но последнее явление давно объяснено. Пепельный свет Луны вызывается Землей, освещающей эту часть лунной поверхности.

Что же освещает поверхность Венеры? Ведь Венера не имеет спутников, и попытки их обнаружить всегда кончались неудачей. Значит, пепельный свет Венеры должен иметь иную природу.

В прошлом веке не было недостатка в гипотезах, пытающихся объяснить этот факт. Некоторые даже считали, что пепельный свет — это иллюминация, которую устраивают разумные обитатели Венеры.

Однако нет необходимости прибегать к помощи «венериан». Перед нами, по-видимому, свечение верхних слоев атмосферы Венеры, вполне похожее на знакомые нам полярные сияния. Венера ближе к Солнцу, чем Земля, а потому и воздействие Солнца на ее атмосферу более значительно. Яркость ночного неба Венеры должна в десятки раз превышать яркость ночного неба Земли. Не исключено, что это холодное свечение атмосферных газов мы и наблюдаем с расстояния в сотни миллионов километров.

И все-таки Венера — мир загадок. Некоторые наблюдали на ее диске подобие полярной шапки, образующее выступ на краю диска. Но как может быть видна полярная шапка сквозь непроницаемо густую атмосферу? Другие уверяли, что им удалось рассмотреть какие-то устойчивые детали на твердой поверхности Венеры. Наконец, совсем недавно, 27 мая 1954 года, один английский астроном наблюдал вблизи северного рога Венеры звездоподобную точку, сравнительно быстро перемещающуюся в западном направлении. Немного ранее, в апреле того же года, другой астроном увидел несколько световых вспышек на краю освещенной части Венеры.

Что можно сказать об этих фактах? Только одно: Венеру нужно изучать. Ее тайны должны быть раскрыты.

ЧЕТЫРЕ ГИГАНТА

За поясом малых планет, как бы подчеркивая великое разнообразие, на которое способна природа, следуют четыре гиганта солнечной системы — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Наибольшим из них является Юпитер, по объему превосходящий Землю в тысячу триста раз. За ним следует Сатурн, из вещества которого можно было бы вылепить семьсот шестьдесят земных шаров.

Замыкают группу этих удивительных планет два гиганта-близнеца Уран и Нептун. Поперечник второго из них всего на 3827 километров больше диаметра Урана, а по объему любая из этих планет превосходит Землю в десятки раз.

Самым доступным и самым исследованным из этих гигантов является Юпитер. Это объясняется как его исполинскими размерами, так и сравнительной близостью к Земле. Но изученность эта характеризуется скорее количеством известных фактов, чем их объяснением.

Детали на поверхности Юпитера были впервые замечены еще в 1633 году современником Галилея, астрономом Фонтана. Они имели вид коричневато-серых полос, тянущихся параллельно экватору планеты. С тех пор — уже четвертый век — поверхность Юпитера непрерывно наблюдается, и в наши дни эта гигантская планета считается одним из наиболее доступных и интересных объектов для начинающих любителей астрономии.

Действительно, даже в небольшие современные телескопы поверхность Юпитера кажется испещренной полосами и пятнами. Эти детали на редкость непостоянны. Их окраска, интенсивность, размеры, расположение непрерывно меняются. И все же в этом хаосе явлений можно уловить некоторый порядок.

Прежде всего, большие полосы всегда располагаются параллельно экватору Юпитера. Обычно различают две экваториальные и две умеренные полосы, которые в районе полюсов Юпитера граничат с его сероватыми полярными шапками. Оговоримся, что такая классификация достаточно условна. Бывают периоды, когда некоторые из полос становятся невидимыми, тогда как другие приобретают максимальную интенсивность В иные годы полосы разделяются, дробятся. Их границы почти никогда не бывают ровными, и нередко можно наблюдать, как соседние полосы смыкаются друг с другом сероватыми мостами.

Давно известно, что на видимой поверхности Юпитера мы наблюдаем атмосферные явления — точнее говоря» движение и

изменения облаков различных газов, входящих в состав его огромной атмосферы.

На Юпитере виднеется красное пятно.

Если бы мы смогли взглянуть на Землю с Луны, то в некоторой степени наша планета напоминала бы собой Юпитер. Изменчивые полосы земных облаков располагались бы в общем параллельно земному экватору, хотя большого постоянства в земной облачности мы бы не обнаружили.

Тем удивительнее то, пожалуй, единственное постоянное образование, которое наблюдается в атмосфере Юпитера и известно под названием красного пятна.

Красное пятно было впервые замечено в 1664 году французским астрономом Кассини. С тех пор размеры и форма пятна заметно не менялись. Зато интенсивность красного пятна и

его окраска изменяются в значительных пределах.

В 1870 году красное пятно стало особенно ярким. Подобно исполинской кляксе красных чернил, оно выделялось на фоне остальной поверхности Юпитера. Начиная с 1882 года его интенсивность начала постепенно уменьшаться, и в настоящее время красное пятно поблекло настолько, что его трудно различить даже в хорошие инструменты, хотя наибольший поперечник этого загадочного образования в четыре раза превышает поперечник Земли.

Многие наблюдатели свидетельствуют о том, что красное пятно оказывает какое-то отталкивательное действие на другие образования в атмосфере Юпитера. Облака, составляющие южную умеренную и южную экваториальную полосы, перемещаются с несколько иной скоростью, чем красное пятно. И вот, соприкоснувшись с ним, облачные потоки всегда огибают его с севера или с юга, но никогда не проходят прямо над пятном. Обойдя таким образом пятно, оба потока затем снова сближаются подобно струям воды, обтекающим огромный камень.

Замечено, что чем ярче окраска красного пятна, тем больше его отталкивательное воздействие. При уменьшении яркости пятна оно начинает затягиваться какой-то белесоватой пеленой, которая ныне почти полностью скрыла от нас этот таинственный объект.

Не менее странным образованием является так называемое Большое тропическое возмущение. Оно, обладая, как и красное пятно, редким для Юпитера постоянством, наблюдается в виде сероватой вуали, соединяющей южную экваториальную и умеренную полосы. Протяженность Возмущения очень велика — оно занимает почти 90 градусов по долготе, что в земных единицах длины близко к 100 тысячам километров.

Эта однородно серая вуаль, двигаясь значительно быстрее красного пятна, примерно каждые два года приходит с ним в соприкосновение. Но удивительное дело, своеобразное соперничество двух загадочных образований всегда заканчивается в пользу красного пятна. Темное вещество вуали никогда не проходит над пятном, оно всегда разделяется на два потока, охватывающих пятно с севера и с юга. Обойдя таким образом неуязвимое красное пятно, вуаль снова превращается в сплошной серый покров и продолжает как ни в чем не бывало прежнее движение.

Справедливость требует, однако, заметить, что, обтекая пятно, вуаль несколько изменяет скорость его движения. При этом к югу и к северу от пятна она принимает хаотические очертания, и на ее фоне появляются какие-то маленькие черные

пятнышки, иногда объединенные в цепочки.

Бывали случаи, когда в атмосфере Юпитера возникали и другие загадочные образования. В частности, 24 февраля 1956 года чехословацкие астрономы заметили в южном тропическом поясе Юпитера новое огромное серое пятно, которое внешне напоминает красное пятно. Будущие наблюдения покажут, обладает ли новое пятно тем постоянством и теми удивительными свойствами, которые характерны для его красного предшественника.

На поверхностях других гигантских планет деталей видно значительно меньше. Правда, на Сатурне неоднократно наблюдались полосы и пятна, сходные с теми, которые видны на Юпитере. Но обнаружить их труднее, видны они хуже.

В 1933 году на поверхности Сатурна неожиданно возникло колоссальное белое пятно, растянувшееся через год в белую экваториальную полосу. По-видимому, атмосферные явления на Юпитере и на Сатурне различаются лишь по масштабам, но не по существу.

То же можно сказать и о еще более далеких Уране и Нептуне. На поверхности Урана уже давно были замечены слабые полосы, параллельные его экватору. Что же касается Нептуна, то его видимая поверхность долгое время казалась почти лишенной каких-либо подробностей. Только несколько лет назад удалось отчетливо рассмотреть сероватые полосы, тянущиеся параллельно экватору наиболее далекой из гигантских планет.

Астрономы, изучающие большие планеты, находятся в незавидном положении. Они вынуждены выступать пока главным образом в роли регистраторов фактов, коллекционеров разнообразных, подчас загадочных явлений.

Теории, которая бы полностью объясняла все странности планет-гигантов, не существует. Однако благодаря недавним работам советских астрономов В. Г. Фесенкова, А. Г. Масевич и других мы теперь в общих чертах можем представить себе природу и строение этих тел солнечной системы.

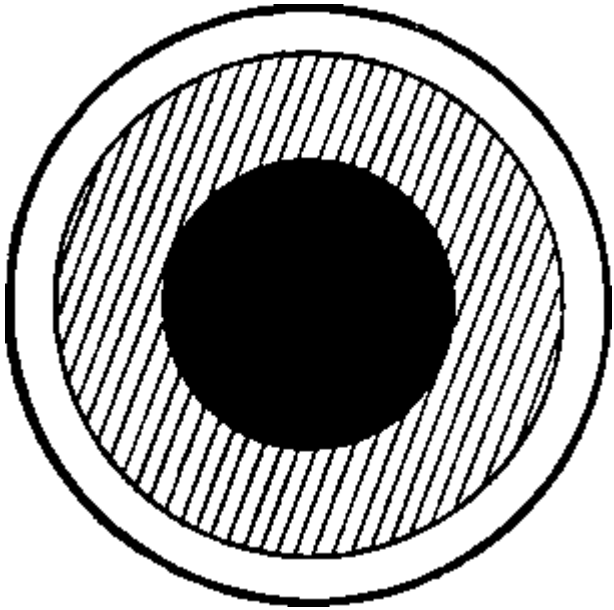


Схема строения Юпитера.

Давно сложилось мнение, что планеты-гиганты представляют собой неостывшие тела. Трудно было иначе понять, почему в их атмосферах происходят необычайно сложные процессы. Воображение рисовало огненно-жидкую поверхность неостывшей планеты или, скорее, полусолнца, над которой в стремительном вихре мчатся облака раскаленных газов. Эта волнующая наши чувства картина была хладнокровно разрушена еще в 1914 году, когда непосредственные измерения температуры атмосферы Юпитера привели к выводу, что последняя близка к минус 140 градусам по Цельсию. Дальнейшие измерения только подтвердили это заключение. Представление о планетах-гигантах как об «огнедышащих» планетах перешло в область истории. Факты надо было объяснить как-то иначе.

С тех пор предпринимались неоднократные попытки построить теоретические схемы или модели больших планет. В последнее время наибольшей популярностью пользовалась гипотеза уже известного нам Вильдта.

По его расчетам, планеты имеют сравнительно небольшие твердые ядра, покрытые сплошными ледяными слоями затвердевших газов, над которыми простирается газообразная атмосфера.

Как показали исследования А. Г. Масевич, модели Вильдта явно ошибочны. При своих расчетах Вильдт не учитывал тех колоссальных давлений в недрах больших планет, которые неизбежно должны сказаться на состоянии заключенных в них

веществ. Картина получится совершенно иная, если учесть эти давления, которые, по расчетам Н. А. Козырева, достигают в центре Юпитера чудовищно большой величины — 70 миллионов атмосфер.

До недавнего времени было неясно, как ведет себя вещество при таких сверхвысоких давлениях. Однако в последние годы были в лабораторной обстановке получены давления в сотни тысяч атмосфер. Результаты этих опытов сильно помогли в тех теоретических расчетах, которые произвела А. Г. Масевич.

Внутреннее строение планеты можно узнать, если известны величина ее сплюснутости (то есть ее форма) и скорость вращения вокруг оси. Эти данные, как и величину массы планеты, можно сравнительно легко получить из наблюдений.

Оказывается, чем однороднее планета, тем более сплющенной она должна быть. Иначе говоря, наблюдения могут указать на степень неоднородности данной планеты. Кроме того, наблюдая, каким образом атмосфера Юпитера при движении по небу планеты постепенно закрывает какую-нибудь из звезд, можно вычислить средний молекулярный вес газов этой атмосферы.

С помощью спектрального анализа уже давно установлено, что в атмосферах больших планет в изобилии встречаются метан (CH_4) и аммиак (NH_3). Значит, большие планеты очень богаты водородом, который должен существовать там не только в соединениях с другими химическими элементами, но и в чистом, свободном состоянии. Действительно, в самое последнее время в спектрах Урана и Нептуна удалось обнаружить полосы свободного водорода. В спектрах Юпитера и Сатурна этих полос не найдено, что, возможно, объясняется маскирующим действием атомов гелия. Как показывают опыты, если к чистому водороду примешать гелий в количестве втрое большем, то характерные для водорода полосы в его спектре очень сильно ослабляются.

Средняя плотность планет-гигантов, получаемая делением массы планеты на ее объем, оказывается очень небольшой. У Юпитера она равна 1,34, у Сатурна 0,71, у Урана 1,47 и у Нептуна 1,58 (плотность воды принимается за единицу). Иначе говоря, средняя плотность этих странных планет близка к плотности воды, а у Сатурна она даже меньше единицы. Если бы существовал исполинский водный бассейн, куда можно было бы бросить Сатурн, то эта наименее плотная из планет не пошла ко дну, а стала бы плавать, как наполненный воздухом резиновый мяч!

Таким образом, информация, получаемая нами из самых различных источников, приводит к единому выводу— планеты-

гиганты должны в основном состоять из наиболее легкого химического элемента — водорода.

Мы не будем описывать весь ход исследования, проведенного А. Г. Масевич. Математические методы, ею примененные, не могут быть изложены в простой и доступной форме. Укажем только на те результаты, к которым пришла советская исследовательница планет.

Юпитер почти полностью состоит из водорода, количество которого составляет 85 процентов его массы. Остальные 15 процентов приходятся на долю гелия и других, более тяжелых элементов.

Проникая с поверхности Юпитера в глубь планеты, мы сначала пройдем через атмосферу, состоящую преимущественно из молекулярного водорода. Эта область занимает по протяжению 0,14 радиуса Юпитера.

На глубине около 10 тысяч километров совершается резкий скачок плотности. Благодаря колоссальному давлению вышележащих слоев, достигающему на этой глубине 700 тысяч атмосфер, электроны покидают свои атомы и водород из молекулярного превращается в атомарный. Смесь протонов и электронов при этом образует так называемую металлическую фазу водорода. Металлический водород вдвое плотнее обычного, молекулярного водорода.

Продвигаясь дальше в глубины планеты, мы заметим, что плотность вещества непрерывно возрастает и на глубине около 50 тысяч километров наступает новый, второй скачок плотности. Мы вступаем здесь в область центрального ядра планеты, которое должно состоять из смеси водорода с более тяжелыми элементами.

Есть ли у Юпитера твердое ядро, подобное ядру Земли или других похожих на нее планет? В этом можно сомневаться. Давление в центральных частях Юпитера так велико, а процентное содержание тяжелых элементов так мало, что скорее всего Юпитер полностью состоит из газов. Правда, в центре Юпитера плотность этого газа в семнадцать раз больше плотности воды и в два с лишним раза больше плотности железа. Но ведь давно известны целиком газообразные звезды — «белые карлики», плотность вещества которых еще больше.

Если бы масса Юпитера стала раз в пять большей, то Юпитер превратился бы в обычную звезду с весьма длительно «работающими» источниками атомной энергии. Солнечная система представляла бы тогда систему двух звезд — Солнца и Юпитера.

Однако и при той массе, которой он обладает, Юпитер,

возможно, имеет в центре весьма высокую температуру. По подсчетам Н. А. Козырева, она может быть близка к 150 тысячам градусов.

Сказанное о Юпитере относится и к другим гигантским планетам. Их строение и природа должны быть весьма сходны с природой Юпитера.

Трудно сейчас сказать, какие причины вызывают постоянные стремительные изменения в атмосферах этих странных планет. Если источником энергии здесь служит внутреннее тепло, то почему же их атмосферы так холодны?

Так же неясен вопрос о природе загадочных образований вроде красного пятна или Южного тропического возмущения. Яркая окраска деталей видимой поверхности больших планет говорит о наличии в их атмосферах, кроме водорода и его соединений, каких-то других, «красящих» веществ, может быть, металлического натрия.

У ГРАНИЦ ПЛАНЕТНОЙ СИСТЕМЫ

В ночь на 14 марта 1930 года телеграф передал всем обсерваториям мира следующее сообщение:

«Планета, открытая на Ловелловской обсерватории, согласуется с транснептунной планетой Ловелла. Положение 12 марта в 3 часа 00 минут 00 секунд мирового времени: 7 секунд времени к западу от Дельты Близнецов, 15-й величины».

Многолетние поиски транснептунной планеты увенчались успехом. Как и за восемьдесят четыре года до этого, был открыт новый мир, причем история, обессмертившая в свое время имена Леверье и английского астронома Адамса, снова повторилась.

Существование транснептунной планеты было доказано сначала теоретическими расчетами, а затем и прямыми наблюдениями.

А произошло это так.

Еще в 70-х годах прошлого века ряд астрономов, в том числе Фламмарион, выступили с предположением, что за орбитой Нептуна вокруг Солнца должна обращаться еще какая-то более далекая планета. Основанием для этого послужили факты, касающиеся орбит комет.

Оказывается, среди множества комет, обращающихся вокруг Солнца, можно выделить несколько групп, или, как их называют, семейств, имеющих почти одинаковые орбиты[1].

Одно из таких кометных семейств связано с Юпитером — афелии комет этого семейства, то есть наиболее далекие от Солнца точки орбит, расположены вблизи орбиты Юпитера.

Другое кометное семейство имеет афелии своих орбит сравнительно недалеко от орбиты Сатурна. По-видимому, эти огромные планеты благодаря своему притяжению так воздействуют на кометы, что некоторые из них в конце концов становятся связанными с Юпитером и Сатурном.

Первоначально огромные эллиптические орбиты комет сильно уменьшаются до тех пор, пока кометы не начнут обращаться вокруг Солнца почти с тем же периодом, что и захватившая их планета. К такому выводу приводят законы небесной механики, об этом же говорят и факты.

В прошлом веке было известно, что за орбитой Нептуна на расстоянии 40–50 а. е. от Солнца группируются афелии ряда комет. Поэтому и можно было заподозрить, что на том же расстоянии от Солнца должна находиться неизвестная и, по-видимому, массивная планета.

Точнее говоря, почти одинаковые большие оси орбит.

С другой стороны, выяснилось, что в движении Урана наблюдаются такие неправильности, которые не могут быть удовлетворительно объяснены действием только известных планет.

Значит, можно было предполагать, что эти невязки вызваны притяжением транснептунной планеты. Уран, оказавшись уже однажды в роли сигнализатора невидимого, и на этот раз упорно свидетельствовал о существовании никем еще не наблюдавшейся планеты.

Задача заключалась в том, чтобы по невязкам в движении Урана, пользуясь законами небесной механики, вычислить, где же на небе следует искать новое светило. Эта задача была намного сложнее той, которую решали Леверье и Адамс. Неизвестная планета находилась от Урана дальше, чем Нептун, поэтому и воздействие ее оказалось значительно меньшим. Невязка от транснептунной планеты была в двадцать пять раз меньше, чем от Нептуна. Пропорционально этому возросли и трудности.

Человеку, далекому от астрономии, нелегко себе представить, о каких ничтожно малых величинах идет речь. Теоретическое положение Урана на небе отличалось от наблюдаемого в среднем на 2 секунды дуги. Это составляет почти тысячную долю видимого поперечника Луны и равно углу, под которым человеческий волос виден с расстояния 10 метров!

При любых измерениях всегда неизбежны некоторые ошибки. Поэтому необходимо было учесть и те ошибки, которые происходили при наблюдении Урана, что также осложняло задачу.

Однако желание открыть новый мир было так сильно, что еще в 1878 году астрономы начали поиски транснептунной планеты.

Одновременно с наблюдениями в телескоп производились вычисления возможной орбиты неизвестного небесного тела.

Но проходили долгие годы, а Нептун по-прежнему оставался крайней из известных планет солнечной системы. Новая планета, уверенность в существовании которой была почти повсеместной, почему-то скрывалась от астрономов.

В 1906 году к поискам транснептунной планеты приступил Персиваль Ловелл — знаменитый американский исследователь Марса. В Аризонской пустыне на принадлежащей лично ему обсерватории началось систематическое фотографирование неба. Попутно Ловелл принялся за вычисления наиболее вероятной орбиты неизвестной планеты.

Вычисления продолжались в течение шести лет. Поэтически восторженный пропагандист марсиан и их удивительной техники

оказался на редкость трудоспособным вычислителем.

После кропотливых проб и сложнейших расчетов Ловелл опубликовал окончательные результаты. Они были даны в виде небольшой таблички, где указывались числа, характеризующие орбиту транснептунной планеты и ее положение на орбите для некоторого определенного момента.

Ловелл считал, что расстояние планеты от Солнца составляет 43 а. е. При такой удаленности можно было ожидать, что неизвестная планета имеет ничтожно малые видимые размеры и яркость, так что отличить ее среди множества слабых звезд будет нелегко. К тому же, по его расчетам, за час планета должна переместиться (среди звезд всего на 1–2 секунды, что заметить при обычных визуальных наблюдениях в телескоп совершенно невозможно.

Выход был один: получить как можно больше фотоснимков тех участков неба, где должна была находиться орбита транснептунной планеты и затем с помощью точных измерительных приборов попытаться выяснить, не сместилась ли какая-нибудь из сотен и тысяч слабых звездочек.

После опубликования работы Ловелла в 1912 году поиски неизвестной планеты были продолжены обсерваториями всех стран мира с еще большим усердием, чем раньше.

Нептун был обнаружен 23 сентября 1846 года через полчаса после того, как Леверье указал немецкому астроному Галле место планеты на небе. Ловелл не мог повторить этот исторический жест Леверье. Вычисления, произведенные им, были безупречны. Но точность исходных данных была гораздо меньшая, чем у Леверье. Поэтому Ловелл мог указать лишь грубо приближенно тот участок неба, где следует искать транснептунную планету.

Галле, направив телескоп в указанную Леверье точку неба, почти сразу увидел заметный диск Нептуна, рассеявший всякие сомнения. При поисках его неуловимого соседа приходилось внимательно рассматривать тысячи слабеньких звездочек, от которых искомая планета внешне ничем не отличалась.

Снова побежали годы — годы напряженного труда и, увы, безуспешных поисков.

В 1929 году, через тринадцать лет после смерти Ловелла, на его обсерватории был установлен новый инструмент прекрасного качества. Это был 13-дюймовый короткофокусный телескоп, предназначенный специально для фотографирования неба. Если к тому же вспомнить, что местность, где находится Ловелловская обсерватория, отличается исключительно хорошими атмосферными условиями, то легко понять тот энтузиазм, с которым сотрудники обсерватории снова принялись за поиски

транснептунной планеты.

С апреля 1929 года возобновилось систематическое фотографирование звездного неба. Снимки каждой области неба повторялись через несколько дней, а затем сравнивались между собой на особом приборе (блинк-микроскопе).

Если на снимках оказалась бы заснятой искомая планета, то ее смещение среди звезд можно было бы обнаружить.

Сравнивал снимки бывший фермер, молодой любитель астрономии Клайд Томбаф, приглашенный на эту работу весной 1929 года. Ему повезло — на снимках от 21, 23 и 29 января 1930 года Томбаф заметил еле различимую звездочку 15-й звездной величины, которая очень медленно перемещалась среди других звезд. Находилась она в 3 градусах 30 минутах от места, предсказанного Ловеллом.

Неуверенный еще в сделанном открытии, Томбаф сообщил о странной звездочке своим коллегам по обсерватории.

С 19 февраля она стала наблюдаться непрерывно до тех пор, пока не скрылась в лучах Солнца. Тогда, убедившись, что действительно открыта новая планета, Ловелловская обсерватория оповестила об этом весь научный мир.

Вскоре после открытия новой планеты обнаружилось, что ее изображения встречаются на снимках, полученных еще в 1921, 1919 и даже в 1914 годах. Но случайные обстоятельства и недостаточно внимательное изучение пластинок помешало найти транснептунную планету еще при жизни Ловелла. Впрочем, эти старые снимки пришлись очень кстати. По ним можно было узнать перемещение планеты за шестнадцать лет и потому сравнительно точно вычислить ее фактическую орбиту.

Вот табличка, по которой вы можете судить, насколько теоретическая планета Ловелла отличалась от реальной.

Данные о планете и ее орбите	Теоретическое значение	Фактическое значение
Среднее расстояние от Солнца	43 а. е.	39,579 а. е.
Эксцентриситет	0,202	0,247
Долгота перигелия	203° 48′	220° 30′
Наклонность	10°	17° 7′
Масса (в долях массы Земли)	6,5	0,5
Наибольшая видимая яркость	12,5 звездной величины	15,5 звездной величины
Период обращения	283,8 года	248,86 года

Из таблицы видно, в чем ошибался Ловелл. Новая планета оказалась значительно меньше и по массе и по яркости, чем он предполагал.

Но сходство открытой планеты с той теоретической планетой, о которой писал Ловелл, несомненно. Не счастливый случай, а настойчивые, продуманные поиски по указаниям Ловелла привели к открытию нового мира. Поэтому астрономическая общественность единодушно приняла предложение Ловелловской обсерватории назвать новую планету Плутоном.

Это имя удачно в двух отношениях: во-первых, сохраняется традиция — новая планета получает имя мифического бога Плутона, и, во-вторых, две первые буквы этого имени, «П» и «Л», увековечивают заслугу Персиваля Ловелла.

Кстати сказать, астрономический значок планеты Плутон — «PL» — преследует, по-видимому, ту же вполне оправданную цель.

Прошло почти три десятилетия со дня открытия Плутона, но знания наши об этой планете пока еще очень скудны. За это время уточнены данные об орбите Плутона. Подтвердились необычные для остальных больших планет ее свойства. Плоскость орбиты Плутона наклонена к плоскости орбит остальных планет под большим углом, близким к 17 градусам. Кроме того, она настолько вытянута, что в некоторые периоды Плутон подходит к Солнцу на расстояние более близкое, чем Нептун. На рисунках солнечной системы пути обеих планет кажутся пересекающимися. Но так они выглядят только в проекции на плоскость чертежа. На самом деле наикратчайшее расстояние, на которое Плутон может подойти к Нептуну, равно 450 миллионам километров!

Плутон так далек от Солнца, что с его поверхности наше ослепительное дневное светило видно лишь как очень яркая звезда. Давая тепла в две тысячи пятьсот раз меньше, чем Земле, Солнце все же освещает поверхность Плутона в двести раз сильнее, чем Землю полная Луна.

Интересен вид неба с Плутона. Созвездия там такие же, что и на Земле. Но зато мир планет выглядит с Плутона совершенно иначе. Без помощи телескопа мы вряд ли смогли бы увидеть с Плутона не только Меркурий, Венеру, Землю, Марс, но, возможно, и Юпитер. Последний казался бы нам слабенькой звездочкой, отходящей от Солнца не больше чем на 7 градусов 30 минут. Несколько заметнее выглядели бы Сатурн и Уран. И только Нептун всегда мог бы наблюдаться на Плутоновом небе. Он казался бы необычайной звездой: благодаря особенности орбиты Плутона видимая яркость Нептуна менялась бы в очень

значительных пределах. При наибольшем сближении с Плутоном он казался бы в семьсот раз ярче, чем при наибольшем удалении.

В целом, небо на Плутоне представляет собой мрачную картину. Оно кажется однообразной черной бездной, усеянной только звездами.

О том, что делается на поверхности Плутона, мы ничего достоверного не знаем. По данным спектрального анализа получается, что если Плутон окружен атмосферой, то эта газовая оболочка не менее чем в десять раз разреженнее земной. Но, может быть, у Плутона атмосферы вовсе нет и его поверхность напоминает лунную.

В 1950 году на крупнейшем 5-метровом телескопе мира был измерен угловой поперечник крошечного диска Плутона. Он оказался равным 0»,23, что в линейной мере, учитывая расстояние до Плутона, дает 5870 километров, то есть 0,46 диаметра Земли.

Плутон — очень небольшая планета, занимающая по размерам промежуточное место между Меркурием и Марсом.

Тем удивительнее масса Плутона. По невязкам в движении Урана она получается близкой к массе Земли. Отсюда следует странный вывод: средняя плотность Плутона должна быть невероятно высокой — около 50 граммов на кубический сантиметр! Вряд ли можно считать, что Плутон состоит из вещества, которое по своей плотности в шесть раз превышает плотность железа.

Что-то здесь неладно, в чем-то допущена ошибка, но в чем именно, пока неизвестно.

Возможно, что невязки в движении Урана вызваны притяжением не только Нептуна и Плутона, но и еще более далекой неизвестной планеты. Такой точки зрения придерживаются многие астрономы. Они даже присвоили еще неоткрытой планете имя Трансплутон. Если это так, то масса Плутона меньше, чем теперь считается. Вину за «беспорядок» в движении Урана можно перенести на Трансплутон.

На расстоянии около 70 а.е. от Солнца группируются афелии восьми комет. Если считать, что это семейство связано с Трансплутоном, можно попытаться вычислить орбиту неизвестной планеты.

История повторяется в третий раз! Несколько лет назад начались поиски Трансплутона — пока теоретические, а потом и телескопические. Немецкий астроном Критцингер в 1959 году опубликовал вычисленные им данные об орбите Трансплутона. Вот они:

Долгота перигелия 358 градусов
Долгота восходящего узла 206 градусов
Наклонность 38 градусов
Расстояние от Солнца 77 а. е.
Период обращения 676 лет

Если верить этим результатам, то Трансплутон имеет совсем необычную орбиту — ее плоскость наклонена к плоскости орбиты Земли под углом 38 градусов. Такие большие наклонности характерны, как известно, для карликовых планет из пояса астероидов. Кто знает, быть может, за Нептуном начинается второе кольцо астероидов, а Плутон и Трансплутон — только наиболее крупные представители этих осколков второй, когда-то погибшей планеты?

Есть и другая точка зрения на происхождение Плутона.

В 1955 году были закончены измерения видимого блеска Плутона. Блеск не остается постоянным, а меняется, что можно объяснить вращением Плутона вокруг его оси. По данным, полученным на крупнейших телескопах мира, американский астроном Кейпер вычислил, что сутки на Плутоне продолжаются 6 дней 9 часов 21 минуту 30 секунд. Это еще одна черта, резко отличающая Плутон от планет-гигантов, у которых сутки в среднем близки к 10–15 часам.

Кейпер считает, что странности Плутона неслучайны. По его мнению, Плутон — бывший спутник Нептуна. Когда-то, в процессе развития всей планетной системы, масса Нептуна уменьшилась на значительную величину, и три спутника Нептуна покинули свою планету. Два из них затем снова были захвачены Нептуном, а третий — Плутон — превратился в самостоятельную планету.

Гипотеза Кейпера вызывает серьезные возражения. По расчетам советского астронома профессора И. С. Шкловского, Нептун и другие планеты не могли терять свою массу в том темпе и количестве, как это предполагает Кейпер. Особенности Плутона должны найти себе какие-то другие, более правдоподобные объяснения.

За современными границами планетной системы — орбитой Плутона, — вероятно, что-то есть. Придет время, и, возможно, снова, в третий раз сначала на «кончике пера», а потом и в телескоп будет открыт еще один неизвестный нам пока член планетной системы.

ЗАГАДОЧНАЯ КОМЕТА

Осенью 1956 года на небе появилась новая комета. Первыми ее обнаружили бельгийские астрономы Аренд и Ролан. Крохотное, слабосветящееся туманное пятнышко еле виднелось на черном фоне звездного неба. Трудно было предположить, что, приблизившись к Солнцу, новая комета поразит всех своим необычайным видом.

Медленно перемещаясь среди звезд, комета Аренда— Ролана с каждым днем становилась все ярче и ярче. Вскоре наблюдатели заметили небольшой светящийся хвост, направленный в сторону, противоположную Солнцу. Постепенно яркость кометы возросла настолько, что ее можно было наблюдать невооруженным глазом.

Комету сфотографировали много раз, и, точно измерив ее положение среди звезд, астрономы вычислили кометную орбиту. Вычисления носили предварительный характер, так как окончательную орбиту удается получить лишь после того, когда комета, описав огромную дугу вокруг Солнца, снова скроется в глубинах мирового пространства.

Однако и эти предварительные данные показали, что новая комета обращается вокруг Солнца по исполинской орбите, завершая полный оборот, по-видимому, за много тысяч лет. Этот чрезвычайно редкий гость в окрестностях Земли прилетел из таких окраин солнечной системы, где Солнце ничем не выделяется среди других ярких звезд. Как показали расчеты, 8 апреля 1957 года комета Аренда — Ролана должна была подойти к Солнцу на кратчайшее расстояние. В этот день 48 миллионов километров отделяло ее от пышущей нестерпимым жаром солнечной поверхности. Иначе говоря, новая комета пролетела между Солнцем и орбитой Меркурия.

Внешний вид кометы для земного наблюдателя зависит не только от свойств самой кометы. Чем ближе подойдет комета к Солнцу, тем большее воздействие окажут его свет и тепло на вещество кометы. Но, чтобы происходящие в комете явления были доступны для наблюдения, необходимо благоприятное расположение кометы на небе по отношению к Солнцу и горизонту, то есть то, что астрономы называют условиями видимости. Наконец, немалую роль играет близость кометы к Земле. Естественно, чем ближе подойдет комета к земному наблюдателю, тем лучше он ее рассмотрит.

Если для кометы все эти условия выполняются, то такую комету называют большой кометой. Действительно, в этом случае она выглядит на небе крупным, ярким и необычным хвостатым

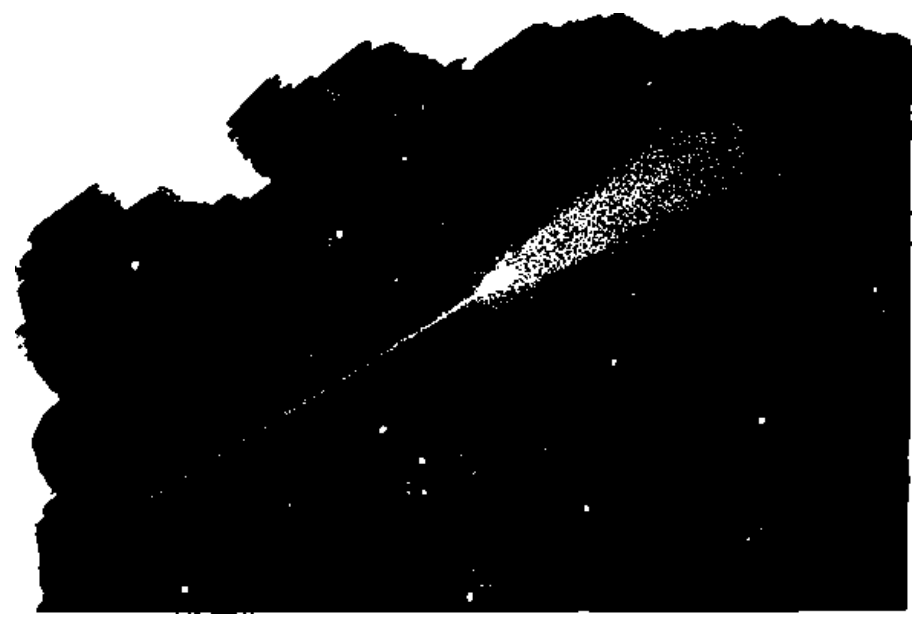
светилом. Понятие «большая комета» условно — оно характеризует лишь видимые, наблюдаемые размеры и яркость кометы. Может быть так, что огромная в действительности комета пройдет далеко от Земли и Солнца, а потому земному наблюдателю покажется маленькой и неяркой. С другой стороны, небольшая комета с близкого расстояния будет казаться огромной, и астрономы причислят ее по установившейся традиции к большим кометам.

Все это напоминает общеизвестный обман чувств, когда плывущая вблизи берега лодка выглядит значительно большей, чем корабль на горизонте.

Статистика показывает, что каждое столетие в среднем появляется десять больших комет. В XX веке их уже наблюдалось шесть — в 1901, 1910 (две кометы), 1927, 1947 и 1948 годах. Заметим, что все они, кроме комет 1910 года, были плохо видны или вовсе не видны в северных широтах. Поэтому появление большой, яркой кометы на северном небе было для астрономов давно желанным событием, хотя рассчитывать на это было трудно — ведь по статистическим данным седьмая большая комета должна была появиться не ранее 1961 года.

Открытие кометы Аренда — Ролана астрономы расценили как приятную неожиданность. По их расчетам, в конце апреля, обогнув Солнце и находясь «на обратном пути», новая комета должна была стать очень яркой и эффектной.

Прогнозы полностью осуществились. Больше того — действительность превзошла все ожидания.



Комета Аренда — Ролана.

Во второй половине апреля комета Аренда — Ролана стала отлично видимой почти во всем северном полушарии Земли. Ее можно было заметить на северо-западе в лучах вечерней зари. С наступлением темноты на фоне созвездий Андромеды, а затем Персея комета выглядела необычно.

Яркое звездообразное ядро кометы по своему блеску не уступало блеску наиболее ярких из звезд. Голова кометы, окутывающая ее ядро, имела заметные параболические очертания. От головы кометы почти вертикально тянулся огромный, слегка расходящийся веером светящийся хвост. Направленный в сторону, противоположную Солнцу, он достигал в длину 22 градусов (то есть сорока четырех видимых поперечников Луны).

Если бы у кометы виднелся только этот хвост, она не была бы необычной. Подобные и даже большие по длине хвосты наблюдались и раньше у некоторых из комет. Удивительным было другое.

Из головы кометы в сторону, противоположную главному веерообразному хвосту, выходил тонкий, прямой и необычайно длинный светящийся луч, несколько напоминающий луч прожектора. Этот второй, необыкновенный, или, как принято называть подобные образования, аномальный, хвост казался копьем, вонзенным в ядро кометы. Длина его была не менее 15 градусов, а яркость с удалением от ядра кометы падала так постепенно, что аномальный хвост казался уходящим под горизонт.

Оба кометных хвоста имели белую, как бы фосфоресцирующую окраску. Правда, в областях, близких к голове кометы, главный хвост казался зеленоватым.

Комета непрерывно двигалась в пространстве. От этого изменялось не только ее расположение среди звезд, но и форма, размеры и взаимное расположение хвостов. Кроме того, и в самой комете происходили бурные изменения.

Главный хвост кометы оставался постоянно направленным в сторону, противоположную Солнцу. В это время аномальный хвост медленно поворачивался относительно прямой, проходящей через Солнце и ядро кометы. Оставаясь при этом как бы прикрепленным к ядру кометы, аномальный хвост двигался в ту же сторону, что и часовая стрелка.

Не только на небе, но и в пространстве размеры кометы были в те дни весьма внушительными. Главный ее хвост простирался в

длину на 30 миллионов километров, а поперечник головы достигал 300 тысяч километров. Аномальный хвост, казавшийся с Земли узким и тонким, на самом деле имел в поперечнике около 13 тысяч километров, что равно диаметру Земли. Длина же его была огромна — не менее многих миллионов километров.

Вращение аномального хвоста относительно главного вызывалось движением нашей Земли по отношению к плоскости кометной орбиты. Когда 25 апреля земной шар проходил через эту плоскость, оба хвоста казались расположенными по одной прямой. В дальнейшем аномальный хвост стал предшествовать главному хвосту в видимом движении кометы среди звезд.

В последних числах апреля размеры и яркость кометы начали заметно уменьшаться. Длина главного хвоста 28 апреля сократилась до 12 градусов, а аномального — до 3 градусов. Через три дня аномальный хвост стал невидимым, как бы растворившись на фоне неба, между тем как главный хвост оставался еще достаточно ярким и широким. Он даже заметно расширился и изогнулся в сторону, обратную движению кометы.

В первой половине мая комета Аренда — Ролана продолжала уменьшаться как в размерах, так и в яркости. К 17 мая главный и теперь единственный хвост кометы укоротился до 1/4 градуса, а в конце мая комету можно было рассмотреть только в крупные телескопы.

Все описанное было доступно невооруженному глазу. В телескопы и с помощью фотографии удалось заметить значительно больше.

В конце апреля даже в небольшие астрономические трубы были видны светлые параболические оболочки, в виде дуг окаймляющие кометное ядро. На фотоснимке, полученном Б. А. Воронцовым-Вельяминовым в Москве, хорошо видно, что комета имела две головы, как бы вложенные одна в другую. Более яркая, внутренняя голова обладала типичной для большинства комет луковичной формой. Вторая, более слабая внешняя голова имела параболические очертания.

От каждой из голов отходил свой связанный с головой хвост. В хвосте внутренней, «луковичной» головы виднелись светлые струи и другие неоднородности, напоминающие облака. По классификации знаменитого русского исследователя комет Ф. А. Бредихина, он принадлежал к I типу и состоял из газов.

Хвост внешней головы имел иную природу. Он состоял, по-видимому, из множества мельчайших твердых частичек, выброшенных из ядра кометы. По теории Ф. А. Бредихина, такие хвосты, широкие и заметно искривленные, относятся к хвостам II типа.

Как и в любой комете, вещество хвостов кометы Аренда — Ролана стремительно улетало прочь от кометы, а на смену рассеивавшемуся в пространстве веществу выбрасывались из кометного ядра новые порции газа и пыли.

На фотографии, полученной под Москвой 25 апреля П. В. Щегловым, виден странный светящийся выступ из головы кометы, напоминающий второй аномальный хвост. Оба аномальных хвоста соединяло загадочное сияние, хорошо видимое на снимке. Такое явление наблюдалось в кометах впервые.

В тот же день московский астроном В. Г. Курт сфотографировал комету с помощью особого прибора, который выполнял роль фильтра, пропуская на фотопластинку только инфракрасные лучи. На его снимке вся комета окутана каким-то странным шарообразным светящимся облаком.

Чем дольше наблюдалась комета, тем больше необычных явлений в ней открывали. Еще 10 марта 1957 года американские астрономы обнаружили, что комета Аренда — Ролана посылает на Землю радиоволны. Через неделю интенсивность этой «радиопередачи» заметно возросла. Комета во все стороны посылала «радиосигналы» на волне около 11 метров. Совершенно загадочным казался тот факт, что центр радиоизлучения не совпадал ни с ядром, ни с головой кометы, а находился в ее хвосте на расстоянии в несколько миллионов километров от ядра. Как будто для того, чтобы вовсе сбить с толку астрономов, в 20-х числах апреля излучающая радиоволны часть кометы «сошла» с кометной орбиты и стала двигаться радиально от Солнца!

Читатель, конечно, жаждет узнать, чем же объясняются все эти странные факты. К сожалению, мы его разочаруем. Загадки, заданные нам кометой Аренда — Ролана, еще далеко не отгаданы. Удивительное небесное тело дало почувствовать астрономам, что знания их о кометах еще очень ограниченны, что мир комет заключает в себе много нераскрытых тайн.

В самом деле, что достоверного мы знаем о кометах?

Ничтожно малые по массе в сравнении с Землей, кометы вблизи Солнца становятся самыми большими по размерам телами солнечной системы. Их головы по поперечнику нередко превосходят Солнце, а хвосты тянутся на десятки и даже сотни миллионов километров.

Но эта грандиозность только кажущаяся. Плотность веществ, составляющих головы и хвосты комет, в миллиарды раз меньше плотности комнатного воздуха. По меткому выражению одного астронома, эти призрачные, пугающие своими размерами странницы есть «видимое ничто». Ведь почти вся масса кометы заключена в ее ядре.

По новейшим данным, кометные ядра представляют собой глыбы из льдов различных веществ (воды, метана, аммиака и других) с включенными в них твердыми частицами, напоминающими метеорные тела. Поперечники пометных ядер не превышают в среднем двух-трех десятков километров, а поверхность их, по-видимому, покрыта слоем твердой пыли, предохраняющей ядро от слишком быстрого испарения.

Приближаясь к Солнцу с окраин солнечной системы, пометное ядро нагревается, и заключенные в нем газы начинают испаряться (или, точнее, возгоняться, так как переход в газ происходит без предварительного превращения в жидкость). Ядро кометы обволакивается туманной оболочкой — комой, которая превращается затем в голову кометы.

Потоки выделяющихся из ядра газов образуют газовый хвост кометы. Как показали спектральные исследования, он состоит в основном из молекул угарного газа и азота, находящихся в ионизированном состоянии.

Струйки газов, пробиваясь через пылевую оболочку пометного ядра, увлекают за собой некоторые твердые частицы. Притяжение ядра так незначительно, что даже небольшая скорость, сообщенная этим частицам, вполне достаточна, чтобы они навсегда покинули ядро кометы. Из них-то и формируются пылевые хвосты комет. Их направленность в сторону, противоположную Солнцу, объясняется отталкивательным действием его лучей.

Причиной всех процессов, происходящих в комете, являются солнечные свет и тепло. Под их воздействием выделяются газы из пометного ядра. Ультрафиолетовые лучи Солнца дробят покинувшие ядро газовые молекулы. Поэтому благодаря такой, как ее называют, фотодиссоциации в кометах наблюдаются осколки обычных молекул, как, например, CH, NH, NH_2 и других.

Пылевая и вообще твердая часть кометы отражает солнечный свет. Газовые головы и хвосты комет светятся иначе. Их молекулы переизлучают солнечный свет благодаря процессам, называемым резонансным излучением, или флюоресценцией. Поэтому их свет является холодным светом, подобным свету полярных сияний или рекламных трубок.

Главный хвост кометы Аренда — Ролана состоял на самом деле, как уже говорилось, из двух хвостов: газорого и пылевого. Спектр голову кометы показывал характерные для газовых голов излучения циана и углерода. Подобная картина наблюдалась и в других кометах.

Главная загадка новой кометы — это ее аномальный хвост и другие необычные явления.

У комет и раньше, правда очень редко, замечали аномальные хвосты. В большинстве случаев они выглядели, как короткие конусообразные выступы из головы кометы в сторону к Солнцу. По теории Ф. А. Бредихина, аномальные хвосты состоят из крупных твердых частиц, на которые давление солнечных лучей заметного действия не оказывает. Из этих сравнительно крупных осколков кометного ядра и формируются, по мнению Бредихина, метеорные потоки.

Аномальный хвост новой кометы был очень длинным, прямолинейным и имел одинаковую толщину на всем своем протяжении. Создается впечатление, что перед нами какая-то колоссальная газовая струя, выброшенная мощным взрывом из ядра кометы. Правда, те спектры аномального хвоста, которые были до сих пор получены, непрерывны, то есть, иначе говоря, похожи на спектр облака твердых частиц, отражающих солнечные лучи.

Советские астрономы В. Г. Тейфель и И. Д. Купо, исследовав аномальные образования в новой комете — ее копьевидный аномальный хвост и загадочное свечение между хвостами, — пришли к выводу, что это облака мельчайшей пыли, выброшенной из кометного ядра. Впрочем, их исследования носят пока еще предварительный характер и нуждаются в дополнительном подтверждении. Остаются неразгаданными и загадки, связанные с радиоизлучением кометы.

Новая комета — подарок природы. Она, несомненно, позволит глубже понять, какова роль комет в солнечной системе.

В той огромной области мирового пространства, где притяжение Солнца преобладает над притяжением соседних звезд, движутся по всевозможным эллиптическим орбитам ледяные глыбы с включенными в них твердыми частицами. Они образуют колоссальное облако «потенциальных комет». Весьма возможно, что эти глыбы представляют собой остаток того гигантского протопланетного облака, из которого, по теории О. Ю. Шмидта, образовалась когда-то планетная система.

Далеко не все ледяные глыбы станут настоящими кометами. Если, обращаясь вокруг Солнца, они не смогут подойти к нему ближе чем на 2–3 а. е., то льды, их составляющие, останутся льдами — ни головы, ни хвостов у такой потенциальной кометы не появится.

Однако притяжение больших планет, мимо которых могут пролетать некоторые из ледяных глыб, способно иногда так изменить их орбиты, что потенциальная комета превращается в реальную. Достаточно сблизившись с Солнцем, ледяные глыбы обзаведутся головами и хвостами, превратившись в то, что мы

называем пометным ядром. Аналогичное действие на орбиты ледяных глыб может оказать притяжение соседних к Солнцу звезд.

Став кометой, ледяная глыба непрерывно разрушается. С каждым полетом вблизи Солнца она безвозвратно теряет газы и пыль. Если же ядро кометы столкнется с метеоритом, то такая катастрофа только ускорит распад кометы. Распавшись на части, пометное ядро еще быстрее пойдет по пути полного измельчения и рассеяния в пространстве. Но запасы потенциальных комет очень велики, и на смену исчезнувшим кометам с окраин солнечной системы непрерывно поступают новые, еще свежие и неистощенные их собратья.

Таков современный взгляд на место комет в нашей солнечной системе. Кометы представляют собой, по-видимому, тела, характерные для промежуточной стадии развития планетной системы. Может быть, когда-то из этих тел, как из своеобразных кирпичей, сложились планеты. Но часть из них осталась «не у дел». Они превратились в «стремительный мусор», впрочем способный порождать такие грандиозные и удивительные во многих отношениях тела, как комета Аренда — Ролана.

СОЛНЦЕ ОСТАЕТСЯ НЕПОНЯТНЫМ

Всем ансамблем тел, составляющих солнечную систему, управляет Солнце. Его могучее тяготение придает стройность движениям планет, комет и метеоритов, которые обращаются вокруг Солнца.

Масса Солнца в семьсот шестьдесят раз превышает массу всех крупных планет вместе взятых. По-видимому, она намного превышает и общее количество вещества, составляющего остальную часть солнечной системы. Поэтому роль Солнца как динамического центра вполне понятна. Гораздо труднее разобраться в тех физических процессах, которые происходят на самом Солнце.

Превосходя Землю по объему в миллион триста тысяч раз, Солнце, в отличие от нашей планеты, целиком состоит из газов. Причина этого давно известна — температура Солнца очень высока. Его поверхность нагрета до 6 тысяч градусов, а в центральных областях Солнца температура должна быть близкой к 15 миллионам градусов. В этом интервале температур все известные нам вещества могут находиться только в газообразном состоянии.

Казалось бы, газовый шар должен выглядеть размытым, с нечеткими, туманными очертаниями. Между тем края Солнца удивительно резки. Такими они кажутся и невооруженному глазу, и при наблюдении в телескоп.

Причина этого факта ныне выяснена. Оказывается, свет, доходящий до нас от Солнца, возникает в сравнительно тонком поверхностном его слое, толщина которого не превосходит 300 километров. Ниже этого слоя солнечные газы становятся совершенно непрозрачными, а выше располагаются чересчур прозрачные и гораздо менее яркие слои солнечной атмосферы. При обычных условиях наблюдения они не видны и потому Солнце кажется резко очерченным ослепительно ярким диском.

Вот этот поверхностный газовый слой Солнца, отделяющий его непрозрачные недра от разреженной атмосферы, называется фотосферой (то есть светящейся оболочкой). Плотность газов фотосферы ничтожно мала — почти в миллиард раз меньше плотности воды. Барометр, помещенный в фотосфере, показал бы (если бы смог существовать) давление в несколько миллиметров ртутного столба. Казалось бы, столь разреженные газы должны быть прозрачнее стекла. Так бы и было, если бы на Солнце не встречались в изобилии отрицательные ионы водорода. В отличие от атомов обычного водорода атомы отрицательного водорода

состоят из протона и обращающихся вокруг него двух электронов.

Отрицательный водород — сильнейший поглотитель света. Если содержащий его слой газа имеет толщину больше нескольких десятков километров, то он становится таким же непрозрачным, как кирпичная стена.

Фотосфера и более глубинные газовые слои Солнца играют роль фильтра, задерживающего почти полностью внутреннее солнечное тепло. Нам кажется, что Солнце очень щедро посылает свою энергию в окружающее его пространство. Энергия, излучаемая Солнцем за одну секунду, так велика, что ее вполне хватило бы, чтобы растопить слой льда толщиной 100 километров и покрывающий всю Землю!

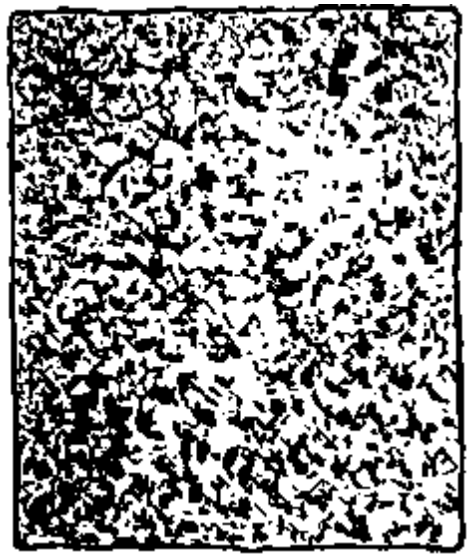
Но, оказывается, расточительность Солнца только кажущаяся. Излучаемая им энергия составляет ничтожнейшую долю той энергии, которая скрыта в его недрах. Так что непрозрачность отрицательного водорода предохраняет Солнце от быстрой потери энергии, то есть, иначе говоря, от быстрого охлаждения.

При наблюдениях Солнца в телескоп его края выглядят более темными, чем середина. Вызвано это тем, что в центре Солнца наш глаз проникает до более глубоких и потому более горячих слоев фотосферы, чем те, которые доступны нам на его краях.

Раскаленные газы солнечной фотосферы находятся в непрерывном движении. Что же заставляет их сохранять постоянную температуру, близкую к 6 тысячам градусов?

Когда в холодной комнате вы включаете электроплитку, нагрев воздуха происходит по трем причинам. Во-первых, воздух обладает некоторой теплопроводностью. Тепло от раскаленной плитки непосредственно передается обволакивающему ее слою воздуха. Однако воздух не металл, и тепло он проводит плохо. Если бы не происходило движения частиц воздуха, перемешивания его теплых и холодных слоев, то нагреть комнату за счет одной теплопроводности воздуха удалось бы не скоро.

Во-вторых, перемешивание газовых струй, называемое в физике конвекцией, значительно ускоряет этот процесс. В-третьих, еще быстрее передается тепло через лучеиспускание. Вы подносите руку к плитке и сразу же ощущаете на своей ладони ее «жар». Тепло от спирали к руке перенесли лучи света, испускаемые плиткой. Их энергия затем преобразовалась в быстрое тепловое движение молекул вашей руки.



Участок солнечной поверхности с гранулами.

Все три процесса (теплопроводность, конвекция и лучеиспускание) ведут к одной цели — к выравниванию температуры.

Что же выравнивает температуру в фотосфере: теплопроводность, конвекция или лучеиспускание?

Конвективные токи в фотосфере существуют, и о них мы еще поговорим. Однако роль их в выравнивании температур оказывается невелика. Еще меньшую роль в этом процессе играет теплопроводность солнечных газов. Главная причина заключается в лучеиспускании.

Лучи света являются передатчиками тепла от горячих внутренних слоев Солнца к его атмосфере. Количество энергии, получаемое фотосферой из недр Солнца, всегда равно тому количеству энергии, которое фотосфера излучает. Говорят поэтому, что фотосфера находится в состоянии лучистого равновесия. Выражается это равновесие фотосферы в постоянстве ее температуры.

Даже в небольшие телескопы заметно, что фотосфера состоит из множества светлых зерен, разделенных более темными промежутками. Зерна, называемые гранулами, не остаются постоянными. Наоборот, они быстро меняются, и в среднем продолжительность существования каждой из гранул исчисляется тремя — пятью минутами.

Гранулы возникают и исчезают, непрерывно изменяясь по величине и форме. Замечено, что они слегка и притом хаотично смещаются вдоль солнечной поверхности со средней скоростью

около 4 километров в секунду. Сорок процентов поверхности Солнца занято гранулами, а остальные 60 процентов — темными промежутками между ними. Темнота их, впрочем, относительна — они лишь на 10–20 процентов уступают по своей яркости гранулам.

Гранулы только кажутся маленькими. На самом деле их средний поперечник близок к 1000 километрам.

В последние годы удается фотографировать Солнце с больших высот. Французский астроном Дольфус, поднявшись в гондоле воздушного шара на высоту 7 километров, получил с помощью телескопа прекрасные фотографии солнечных гранул. Еще больших успехов добились американские астрономы. На специальном стратостате они достигли высоты 25 километров. Здесь с помощью 12-дюймового телескопа и автоматической фотокамеры ими было сделано более восьми тысяч фотоснимков Солнца. Качество таких снимков очень высокое, так как крайне разреженные слои стратосферы практически не мешают наблюдениям.

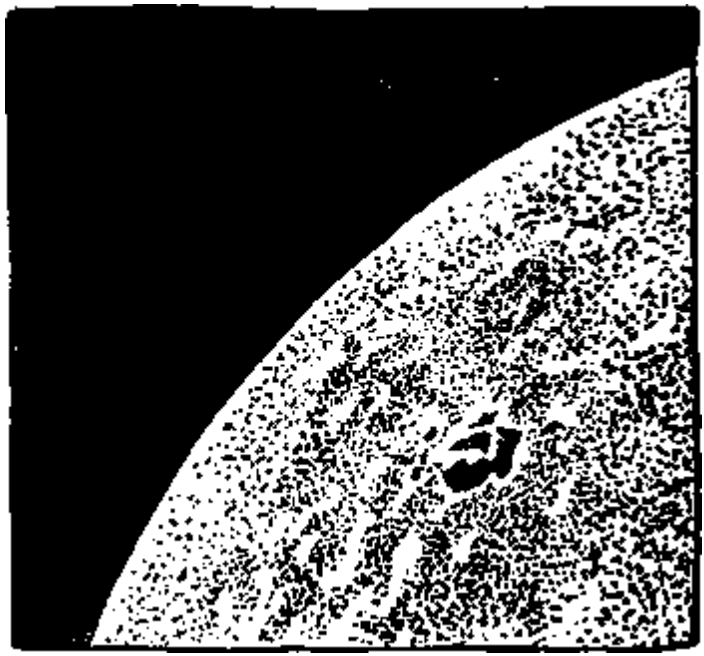
Теоретические подсчеты показывают, что в фотосфере, «подстилаемой» изнутри более горячими слоями газов, неизбежно должна возникнуть конвекция. Из глубин фотосферы поднимаются горячие и потому более яркие струи газов, а на их место опускаются массы охлажденных газов. Верхушки бьющих изнутри раскаленных газовых фонтанов мы и наблюдаем как гранулы. Промежутки между ними заняты опускающимися более холодными газами.

Миллиарды лет происходит это непрестанное движение. Оно помогает лучеиспусканию выравнивать температуру фотосферы.

Характерными образованиями в фотосфере являются солнечные пятна. Наибольшие из них видны даже невооруженным глазом (разумеется, через темный фильтр или сравнительно прозрачное облако). Мельчайшие из пятен, называемые порами, можно наблюдать только в телескопы.

В крупном солнечном пятне легко различить две его части — темное центральное ядро, называемое тенью, и окружающую его более светлую кайму — полутень. Тень обычно кажется равномерно темной, а в полутени иногда легко различить расходящиеся радиально от ядра светлые полоски — волокна.

Пятна кажутся темными лишь по контрасту с окружающей их ослепительно яркой фотосферой. На самом деле температура пятен всего на 1500 градусов ниже температуры фотосферы. Поэтому, если бы их можно было поместить на небе отдельно, вне Солнца, они казались бы почти такими же яркими, как и Солнце.



Солнечное пятно, окруженное факелами.

Поперечники больших пятен нередко превышают диаметр Земли. Пятна, видимые невооруженным глазом, имеют в поперечнике более 40 тысяч километров, а были случаи, когда на Солнце появлялись пятна с поперечником 200 тысяч километров.

Удивительно, что эти колоссальные по земным масштабам образования непрерывно изменяются. Пятна меняют свою форму, размеры, интенсивность. Они несколько смещаются по солнечной поверхности и, конечно, вместе со всей фотосферой участвуют во вращении Солнца вокруг его оси.

Так как Солнце состоит из газов, его экваториальные слои движутся быстрее умеренных и полярных. В среднем период оборота Солнца вокруг оси равен двадцати семи суткам. Бывали случаи, когда отдельные пятна сохранялись в течение нескольких оборотов Солнца. Обычно же продолжительность их жизни исчисляется сутками и реже — неделями. Но на смену исчезнувшим пятнам появляются новые в других местах солнечного диска.

Пятна возникают из маленьких темных пор. С каждым днем они растут, обзаводятся полутенью, нередко делятся на части. Иногда можно наблюдать, как несколько ядер разделившегося пятна охвачено общей полутенью.

Как правило, пятна возникают и располагаются на Солнце группами. В движении группы пятен, обусловленном вращением

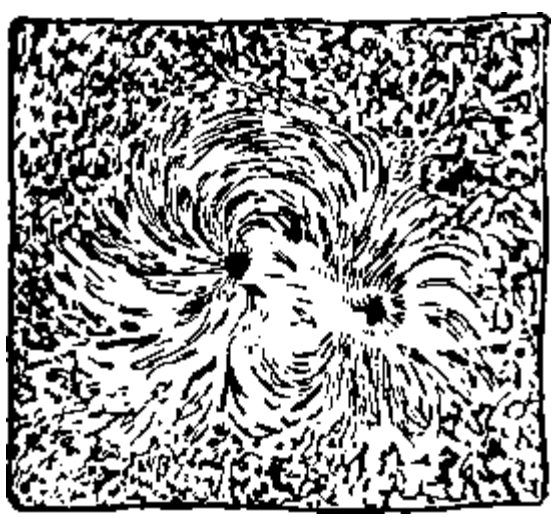
Солнца, часто «предводительствует» наиболее крупное пятно.

Было время, когда пятна считали теми местами Солнца, где последнее начинает покрываться твердой корой. Наивность этих взглядов очевидна.

Более правдоподобной выглядела другая гипотеза. В ней солнечные пятна считались исполинскими вихрями раскаленных газов. Казалось, что в вечно бушующем океане раскаленных газов, которым представляется нашему сознанию фотосфера, образование таких смерчей — вполне естественное явление. В воронке вихря газы поднимаются наружу и, расширяясь при этом, должны охлаждаться, поэтому они и кажутся темными. Тень пятна — это воронка вихря, а полутень — его края.

К сожалению, нарисованная картина далека от действительности, хотя она и подкупает своей простотой. Неоспоримые факты не позволяют считать солнечные пятна простыми вихрями, подобными земным смерчам. Природа их гораздо сложнее.

Если бы охлаждение газов в пятнах вызывалось их расширением, то в этом случае постоянство температуры пятен имело бы причиной конвекцию. Однако детальные исследования солнечных пятен показали, что по своим оптическим свойствам они во всем сходны с остальной фотосферой. Иначе говоря, газы солнечных пятен находятся не в конвективном, а в лучистом равновесии. Значит, постоянство температуры пятен вызвано не расширением заключенных в них газов.



Газовый «вихрь» вокруг солнечных пятен.

С другой стороны, еще в 1909 году астроном Эвершед

обнаружил, что движение газов в солнечных пятнах весьма своеобразно: в нижних слоях газы вытекают из пятна, а в верхних слоях, наоборот, втекают в пятно. Скорость этих движений близка к нескольким километрам в секунду.

Таковы факты, с которыми должна считаться любая теория солнечных пятен.

Сторонники вихрей иногда ссылаются на то, что в окрестностях солнечных пятен газы располагаются по спиралеобразным кривым, напоминающим как бы застывший вихрь (см. рисунок). Заметим, что подобные снимки пятен сделаны с помощью спектрогелиографа — инструмента, позволяющего снимать Солнце в определенных лучах. Поэтому застывшие вихри образуют только те газы (например, водород), которые излучают именно эти лучи.

Еще в 1908 году обнаружилось, что солнечные пятна обладают магнитными свойствами, или, как говорят, магнитным полем. Казалось, что этот факт подтверждает теорию вихрей. Ведь при той высокой температуре, которая господствует в фотосфере, атомы газов лишаются части своих электронов. Увлекаемые газовым вихрем, электроны движутся кругообразно, а при этом, как известно, должно возникнуть магнитное поле.

Такое объяснение, однако, не выдерживает критики. Допустим, что в газовом вихре, порождающем пятно, образовались свободные, покинувшие атомы электроны. Но ведь в той же массе газа должны остаться и лишенные электронов атомы, электрический заряд которых в точности скомпенсирует заряд свободных электронов. Ясно, что газовое облако в целом останется электрически нейтральным и образовать магнитное поле не сможет.

Что же касается вихреобразного расположения некоторых газовых волокон вокруг солнечных пятен, то эта картина вызвана действием магнитных сил. Газы располагаются подобно железным опилкам в магнитном поле, и вихреобразного движения здесь не наблюдается.

Добавим к этому, что и всякие другие гипотезы, объясняющие магнитное поле пятен движущимся избытком электрических зарядов, несостоятельны. Оказывается, солнечные газы пропускают электрический ток не хуже металлов, и если бы даже возник где-нибудь в фотосфере какой-нибудь избыточный электрический заряд, то отличная проводимость фотосферы заставила бы его быстро рассосаться. Почему солнечные пятна обладают свойствами магнитов, пока неизвестно.

Если дело ограничивалось бы только перечисленными фактами, это еще было бы неплохо. Но пятна (и не только они!),

как бы издеваясь над астрономами, задают такие загадки, что неясно даже, с какой стороны подойти к их решению.

Вот, например, одна из главных загадок Солнца — необъясненный пока удивительный ритм его жизни. Он выражается в том, что ряд явлений на Солнце изменяется с периодичностью около одиннадцати лет. К числу таких явлений относятся солнечные пятна.

Через каждые одиннадцать лет число пятен на Солнце достигает максимума, ближайший из которых приходился на 1958 год. В такие годы пятна на Солнце наблюдаются ежедневно. Они покрывают значительную долю солнечного диска и достигают иногда исключительных размеров. Затем в течение последующих пяти с половиной лет пятнообразовательная деятельность Солнца начинает спадать. В годы минимума нередки дни, когда на Солнце вовсе не видно пятен. Пройдет еще пять с половиной лет, и число пятен станет наибольшим.

Любопытно, что в начале каждого нового цикла (после очередного минимума) пятна появляются главным образом в околополярных и умеренных областях, затем с каждым годом они постепенно начинают как бы сползать к экватору. В конце цикла экваториальный пояс Солнца усеян немногочисленными пятнами, а в это время в его «высокоширотных областях» появляются пятна нового цикла. Перемещение пятен происходит всегда в одном направлении — от полюсов Солнца к его экватору.

Не менее странен другой факт. Представьте себе, что в северном полушарии Солнца наблюдается группа из двух пятен. Оказывается, что если головное из них (по направлению вращения Солнца) имеет магнитное поле северной полярности (N), то следующее за ним пятно будет похоже по магнитным свойствам на южный полюс магнита (S). Иначе говоря, такая пара пятен ведет себя, как концы прямолинейного магнита.

Если в северном полушарии имеются другие подобные пары пятен, то расположение магнитных полюсов у всех них будет одинаковым: головное пятно проявляет себя, как северный магнитный полюс, а последующее пятно имеет противоположную южную полярность.

В это время в другом полушарии Солнца наблюдается противоположная картина: ведущие пятна имеют южную полярность, ведомые — северную. В конце одного цикла солнечной деятельности и при переходе к следующему полярность пятен как по команде резко изменяется на противоположную. Теперь в северном полушарии Солнца ведущие пятна будут иметь южную полярность, а в южном полушарии — наоборот.

Никакого правдоподобного объяснения всем этим фактам не найдено. Природа солнечных пятен остается загадочной. Неясно также, почему Солнце в целом обладает магнитным полем, кстати сказать, гораздо более слабым, чем магнитные поля отдельных пятен.

На поверхности Солнца наряду с пятнами легко наблюдаются так называемые факелы. Они имеют вид светлых, неправильной формы облачков, встречающихся главным образом по соседству с пятнами.

Факелы горячее фотосферы на 100–300 градусов. Они являются как бы мостками, соединяющими верхние слои фотосферы с солнечной атмосферой. По своей изменчивости факелы не уступают пятнам.

Начинаясь в фотосфере, факелы имеют продолжение в атмосфере Солнца в виде так называемых флоккул. В отличие от факелов флоккулы в обычный телескоп не видны. Их можно наблюдать через специальные инструменты, пропускающие только некоторые лучи, испускаемые флоккулами. В зависимости от количества этих лучей флоккулы будут казаться светлыми или темными облаками на фоне фотосферы.

Во флоккулах преобладают водород и кальций. Поэтому при изучении флоккул Солнце наблюдают именно в тех лучах, которые испускают атомы этих химических элементов. На снимках в лучах кальция или водорода флоккулы, в общем, напоминают факелы. Размеры флоккул весьма внушительны — некоторые из них могут достигать в длину сотен тысяч километров.

Из того что флоккулы являются продолжением факелов, вовсе не следует, что природа этих образований тождественна. Ведь ствол дерева и его крона могут быть названы продолжением его корней, хотя сходство между корнями дерева и его надземной частью далеко не полное. Изменчивость флоккул заставляет нас считать их своеобразными облаками в солнечной атмосфере.

Во время полных солнечных затмений для наблюдения доступны сразу два «этажа» солнечной атмосферы. Нижний «этаж», примыкающий к Солнцу, виден как розовато-оранжевая кайма, охватывающая закрытый Луной солнечный диск. Он получил название хромосферы, то есть цветной оболочки. Из хромосферы высовываются розоватые выступы, иногда напоминающие внешние языки пламени. Называются они протуберанцами.

За хромосферой во все стороны от Солнца простирается второй «этаж» солнечной атмосферы — лучистое, отливающее серебром сияние, называемое солнечной короной.

Флоккулы принадлежат хромосфере. Рассматриваемая во время затмения как бы в профиль, хромосфера кажется сплошной массой раскаленных газов. Ее внешняя поверхность, обращенная к короне, неспокойна. На ней постоянно возникают и исчезают волны и маленькие иглообразные выступы — спикулы.

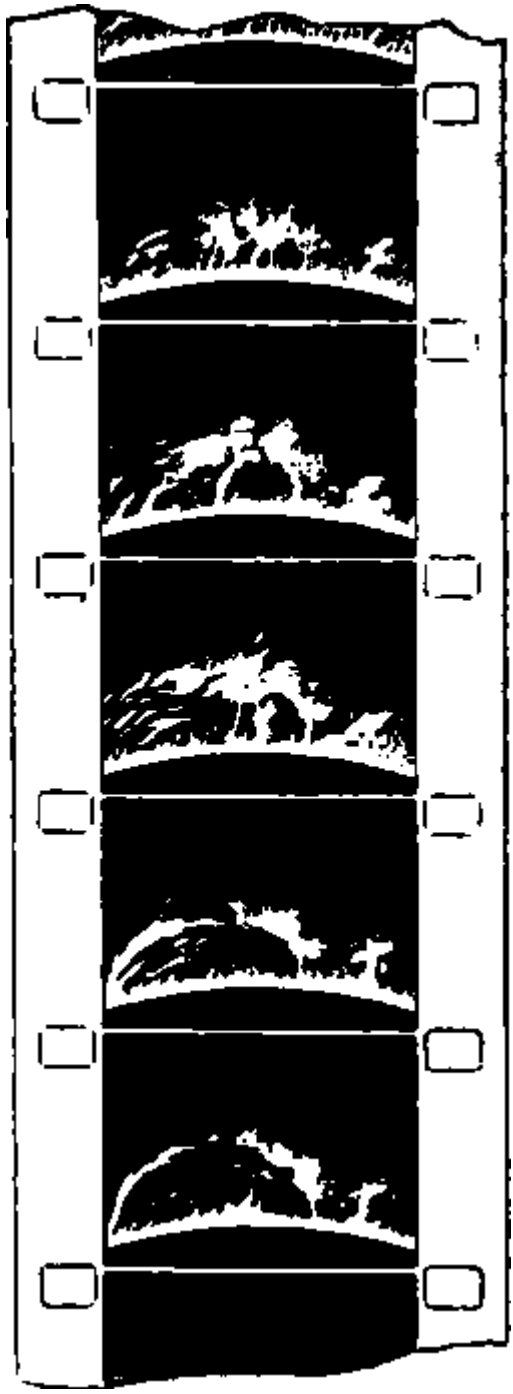
Еще два-три десятка лет назад связь протуберанцев с хромосферой казалась очень простой. Протуберанцы рассматривали как облака раскаленных газов (преимущественно Са, Не, Н), взлетающие из хромосферы на большую высоту. В качестве толчка, выбросившего протуберанец из хромосферы, указывали на давление солнечных лучей, внезапное увеличение которого способно подтолкнуть снизу протуберанец. В обычном же, спокойном состоянии вес протуберанца (то есть его притяжение к Солнцу) уравновешивается давлением солнечных лучей.

За последнее время с помощью специальных фильтров научились фотографировать хромосферу и солнечные протуберанцы на кинопленку. Пропустив затем этот фильм через обычный киноаппарат, можно увидеть, как движутся протуберанцы.

Киноповесть о протуберанцах оказалась похожей на детективный кинофильм: много волнующих, порой непонятных кадров и полная неизвестность виновника происходящих событий.

Во-первых, пришлось отказаться от мысли, что все протуберанцы зарождаются в хромосфере, а затем взлетают от поверхности Солнца к его короне. Кинокадры документально, точно показали, что протуберанцы движутся в любом направлении так же легко, как и вверх.

Во-вторых, возникновение протуберанцев происходит зачастую вне хромосферы, в области солнечной короны. Высоко над хромосферой на прозрачном темном фоне вдруг начинают появляться, как бы конденсируясь из какого-то невидимого вещества, светлые облачка. Увеличиваясь в размерах и изменяясь по форме, они нередко объединяются в большое облако — спокойный протуберанец.



На кинопленке протуберанцы Солнца.

На других кадрах наблюдаются иные процессы. Спокойно висящее над хромосферой, как бы застывшее облако внезапно

срывается с места и устремляется вверх. Такие эруптивные (то есть изверженные) протуберанцы поднимаются иногда на высоту, равную диаметру Солнца, причем в отдельных случаях скорость их движения достигала 700 километров в секунду.

Невольно кажется, что какое-то мощное «дуновение», направленное снизу, от поверхности Солнца, подбрасывает вверх его протуберанцы.

Скорости эруптивных протуберанцев так велики, что часть их вещества навсегда покидает Солнце. На поверхность Солнца возвращается лишь небольшая доля изверженных газов, причем эти газы не просто падают на Солнце, а как будто чем-то стремительно засасываются внутрь него. Основная же масса эруптивного протуберанца, достигнув предельной высоты, просто погасает, становясь невидимой.

Эруптивные протуберанцы — редкие образования. Их число составляет лишь 5—10 процентов от общего числа протуберанцев, наблюдаемых на Солнце. Впрочем, обычные протуберанцы не менее загадочны, чем эруптивные.

Внешне они несколько напоминают земные облака. Но вот мы видим, как от такого облакообразного протуберанца к поверхности Солнца протягиваются какие-то газовые струи. Подобно щупальцам осьминога, они вытягиваются из облака по всем направлениям. Но самое удивительное то, что газы движутся не вертикально вниз, а по сложным кривым, напоминающим силовые линии магнитного поля. Перед нами не падение газов на Солнце с непрерывно возрастающей скоростью, а равномерное их движение по криволинейным путям.

Совершенно ясно, что в данном случае действуют немеханические силы. Трудно отделаться от мысли, что перед нами результат сложного взаимодействия электромагнитных сил.

Некоторые кадры необычны. Вот с поверхности хромосферы вырвалась в наклонном направлении газовая струя и, описав в пространстве замкнутую кругообразную петлю, снова вернулась в хромосферу. А тут же, рядом два облака обмениваются газами через несколько соединяющих их газовых струй.

Прежние представления о протуберанцах как выбросах газов из хромосферы потерпели крах. Движения их оказались несравненно сложнее, чем думали раньше.

В хромосфере Солнца иногда наблюдаются очень сильные вспышки. Были случаи, когда их удавалось увидеть на фоне ослепительно яркой фотосферы Солнца при обычных наблюдениях. Но значительно чаще хромосферные вспышки видны через приборы, пропускающие только те лучи, которые испускает водород.

Вблизи какого-нибудь солнечного пятна сначала появляется светлое небольшое пятнышко с неправильными очертаниями. Затем это пятнышко стремительно (иногда за десять — пятнадцать секунд) разгорается и становится настолько ярким, что окружающая вспышку солнечная поверхность кажется темной. После этого вспышка начинает медленно погасать, иногда испытывая колебания яркости. Проходит несколько минут и от вспышки не остается никакого следа.

Те, кто наблюдал хромосферные вспышки, уверяют, что внешне они напоминают явление взрыва. Необычайно мощная вспышка произошла на Солнце 23 февраля 1956 года.

Вспышка (яркое пятно) в хромосфере Солнца.

Этот солнечный взрыв тотчас отразился на земных явлениях — наблюдались перерывы в радиопередаче, телефонной и телеграфной связи. Жестокие морозы, наступившие в конце той зимы и на редкость дождливое, прохладное лето в наших широтах, возможно, также были своеобразным отзвуком на солнечную вспышку. Наблюдались аналогичные вспышки и в последующие годы.

По исследованиям советского астронома А. Б. Северного, выполненным в Крымской астрофизической обсерватории, хромосферные вспышки тесно связаны с магнитными полями на поверхности Солнца. В процессе развития вспышки солнечные газы движутся со скоростью больше 10 километров в секунду, и

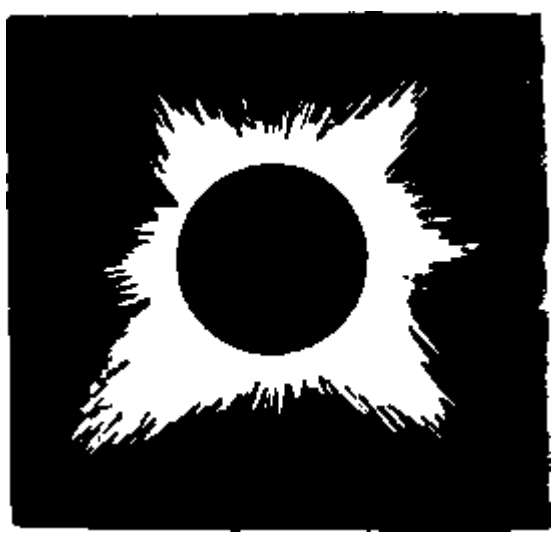
при этом возникает мощное коротковолновое излучение, регистрируемое теперь с помощью ракет.

Причина солнечных вспышек пока неясна. Возможно, что в этом случае мы наблюдаем явления, сходные со взрывами атомных или водородных бомб.

Чем выше поднимаемся мы над поверхностью Солнца, тем больше встречаем загадок. Пожалуй, наиболее загадочной частью Солнца является его корона.

Лучи этого жемчужно-серебристого сияния простираются иногда на два-три поперечника Солнца. Форма и яркость короны, вид ее лучей не остаются неизменными. Замечено, что в те годы, когда на Солнце много пятен, солнечная корона имеет симметричную форму — во все стороны ее лучи простираются почти на одинаковую длину. Наоборот, в годы минимума солнечной деятельности корона как бы сплюснута к экватору Солнца, в плоскости которого и располагаются ее главные лучи.

Исследования спектра короны показали, что природа ее имеет двоякий характер. Внутренняя часть короны, примыкающая непосредственно к хромосфере, или, как говорят астрономы, «внутренняя корона», состоит из атомов газов и свободных, покинувших атомы электронов.



Жемчужная корона Солнца.

По всей вероятности, во внутренней короне имеются те же газы, что и в хромосфере (водород, кальций, гелий). Непосредственно обнаружены лишь атомы железа, правда, в совершенно необычном состоянии. Если в земных условиях

вокруг ядра атома железа кружится двадцать шесть электронов, то в солнечной короне атомы железа наполовину разрушены — вокруг их ядер обращается всего тринадцать электронов!

Причиной столь сильных для мира атома разрушений может быть только исключительно высокая температура— около миллиона градусов! Как это ни странно, но и другие факты приводят к тому же неожиданному выводу: солнечная корона «раскалена» до температуры 1 миллион градусов!

Слово «раскалена» мы не случайно поставили в кавычки. Термин «температура» употребляется учеными в различном смысле. В житейской практике мы имеем дело с температурой как мерой энергии движения молекул тела. Такая температура тесно связана с физиологическим ощущением тепла.

Что же касается сверхвысокой температуры солнечной короны, то в данном случае под температурой астрофизики понимают нечто иное. В солнечной короне нет молекул. Да и атомы там сильно ионизированы, то есть разрушены, и недосчитывают порой многих полагающихся им электронов. Степень ионизации атомов характеризуется так называемой ионизационной температурой, а мера энергии движения электронов солнечной короны— электронной температурой. Когда говорят о «раскаленности» короны, то имеют в виду именно эти температуры.

Мы привыкли к тому, что раскаленное тело внутри горячее, чем снаружи. На Солнце все наоборот. Самая внешняя его оболочка несравненно горячее фотосферы и лишь немногим уступает температуре солнечных недр. Все это тем более удивительно, что в области солнечной короны постоянно движутся протуберанцы, температура которых не превышает 15 тысяч градусов! Такое «сосуществование» еще более странно, чем сохранение льда в раскаленной доменной печи!

Свет внутренней короны вызван не только светящимися газами, но и хаотически движущимися с колоссальными скоростями свободными электронами. Сами электроны, конечно, не светятся, но зато они сильно рассеивают падающий на них солнечный свет. Серебристость света короны и ее лучей вызвана именно свободными электронами.

С высоты над поверхностью Солнца в 0,3 его радиуса начинается внешняя корона. Она состоит из множества мельчайших твердых частичек, рассеивающих солнечные лучи. По своей природе они неотличимы от частиц знакомого нам зодиакального света. Строго говоря, внешняя корона не является частью Солнца. Это скорее ореол солнечного света, образованный на частицах той мельчайшей космической пыли, которая, по-

видимому, обволакивает всю планетную систему. Он немного напоминает ореол, возникающий вокруг уличных фонарей в густом тумане.

Главная загадка короны — ее необычайно высокая температура — пока не нашла общепризнанного объяснения.

Вероятно, прав московский астроном профессор И. С. Шкловский, который считает, что разогрев короны вызван электрическими силами, возникающими при изменении магнитных полей на Солнце. Общеизвестно, что электрический ток способен нагреть проводник до очень высокой температуры. Весьма возможно, что солнечная корона в некоторой степени похожа на проводник, разогреваемый электрическими токами.

Как показали недавние исследования американских астрономов, хромосферные вспышки оказывают существенное влияние на процессы, происходящие в солнечной короне. По-видимому, вспышки сильно подогревают корону и увеличивают внутри нее количество свободных электронов.

В целом же можно считать, что Солнце остается непонятным. Природа главных, основных явлений, наблюдаемых на Солнце, как, например, пятен или протуберанцев, далеко еще не разгадана. Не случайно поэтому на изучение Солнца брошены сейчас основные силы огромной армии астрономов. Оно и понятно: жизнь на Земле тесно связана с Солнцем, с процессами, на нем происходящими. Изучение главного для нас небесного тела имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение.

ПОЧЕМУ СВЕТЯТ ЗВЕЗДЫ

Удивительные процессы, происходящие на Солнце, имеют своим источником его внутреннюю энергию. То же можно сказать и о других солнцах — далеких звездах. Тихое, ласкающее наш взор сияние звезд и ослепительный блеск Солнца имеют одну природу, одно происхождение.

Людям, далеким от современной астрономии, может показаться, что свечение звезд, в том числе и Солнца, объясняется просто. Все эти космические тела необычайно сильно раскалены — неудивительно поэтому, что они испускают мощные потоки света.

Простота такого объяснения только кажущаяся. Оно оставляет невыясненным главное: что именно заставляет звезды быть самыми горячими из всех небесных тел и почему температура их, как правило, остается практически неизменной в течение колоссальных промежутков времени.

В поисках ответа на эти вопросы были высказаны различные предположения. Попытались сначала допустить, что свечение Солнца вызвано его горением. Этим общеизвестным словом называют процесс соединения молекул горящего вещества с молекулами кислорода, в результате чего выделяется тепло и образуются более сложные молекулы.

Легко понять, что гореть Солнце не может. Во-первых, в окружающем Солнце безвоздушном пространстве нет кислорода. Во-вторых, при температурах, существующих на Солнце, молекулярные соединения не образуются, как при горении, а, наоборот, разлагаются на атомы. Наконец, в-третьих, если бы Солнце состояло целиком из самого лучшего угля, то и в таком случае оно полностью бы «сгорело» за несколько тысяч лет. Между тем возраст Земли измеряется несколькими миллиардами лет и, как доказывают факты, в течение всего этого времени Солнце светило почти так же, как и теперь. Значит, продолжительность жизни Солнца и звезд, то есть, иначе говоря, продолжительность их свечения, измеряется десятками, а может быть, и сотнями миллиардов лет.

Одно время думали, что Солнце непрерывно подогревается падающими на его поверхность метеоритами. Подсчеты показали, что в этом случае нагретыми были бы только поверхностные слои Солнца, а его недра остались бы холодными. Да и энергии выделялось бы несравненно меньше, чем наблюдается. К тому же падающие на Солнце метеориты быстро увеличивали бы его массу, что, однако, не замечается.

Пришлось отбросить и гипотезу сжатия Солнца. Ее сторонники утверждали, что газовый шар, называемый Солнцем, непрерывно сжимается, а при сжатии газы разогреваются. Но, как показывают расчеты, тепла, выделяемого при сжатии, не хватит для того, чтобы объяснить продолжительность жизни Солнца и звезд. Если бы Солнце даже первоначально было бесконечно большим, то, выделяя наблюдаемую энергию, оно должно было сжаться до современного состояния всего за двенадцать миллионов лет. Признать Солнце таким молодым — значит не считаться с фактами.

Правда, как выяснилось в последнее время, на некоторых этапах развития звезды сжатие может играть роль основного источника энергии. Именно таким способом, по-видимому, поддерживают свою жизнь очень молодые и очень старые звезды.

В конце прошлого века была открыта радиоактивность. Выяснилось, что при радиоактивном распаде урана, радия и других веществ выделяется значительное количество энергии. Впервые человечество познакомилось с мощью атомной энергии и естественно, что некоторые астрофизики попытались объяснить загадку свечения Солнца и звезд радиоактивными процессами.

Атомы урана и радия распадаются крайне медленно.

Для распада половины данного количества атомов урана требуется четыре с половиной миллиарда лет, а для радия — тысяча пятьсот девяносто лет. Поэтому, распадаясь, уран и радий в единицу времени выделяют очень мало энергии. Если бы Солнце целиком состояло из урана, то и в таком случае «урановое» солнце светило бы гораздо слабее настоящего.

Есть радиоактивные элементы, распадающиеся очень быстро — за сутки, часы или даже минуты. Но эти элементы не годятся в качестве источников энергии Солнца и звезд по другим причинам: они не объясняют необычайную продолжительность жизни космических тел.

Но все-таки «радиоактивная» гипотеза принесла пользу науке. Она убедила астрофизиков в том, что причиной свечения Солнца и звезд может быть только атомная энергия.

Недра Солнца скрыты от наших глаз. Несмотря на это, можно высказать некоторые совершенно достоверные утверждения о состоянии солнечных недр.

Температура газа, как известно, неразрывно связана с его давлением. Сжимая газ, мы увеличиваем его температуру, и если сжатие очень велико, то и температура газа становится весьма высокой.

Как раз это и происходит в недрах Солнца. На центральные части солнечного шара с колоссальной силой давят его

вышележащие слои. Этой силе противостоит упругость газа, выражающая его стремление к неограниченному расширению.

В каждой точке внутри Солнца упругость, или, иначе говоря, давление внутренней массы газов, уравновешивается тяжестью или весом вышележащих газовых слоев. Каждому такому состоянию равновесия соответствует некоторая температура газа, вычисляемая по сравнительно несложным формулам. С их помощью и получен тот несомненный вывод, что чудовищному давлению в центральных областях Солнца соответствует температура 15 миллионов градусов!

Если бы из солнечных недр удалось извлечь кусочек вещества величиной с булавочную головку, то этот крошечный кусочек Солнца испускал бы такой жар, который бы мгновенно испепелил вокруг него все живое в радиусе многих километров! Может быть, этот пример даст хотя бы отчасти почувствовать читателю, что такое температура 15 миллионов градусов.

В недрах Солнца царит невообразимая «толчея» из движущихся атомов. Сохранить полностью свою электронную «одежду» им не удается. При взаимных столкновениях, а также при ударе о мощные «порции» света — кванты — атомы лишаются части своих электронов и продолжают беспорядочно «толкаться» уже в сильно «обнаженном» виде.

Когда человек снимает с себя одежду, его внешние размеры почти не изменяются. Иное происходит при разрушении, или, как говорят, ионизации, атомов. Электронные оболочки занимают огромное пространство по сравнению с атомным ядром, и, потеряв свою электронную «одежду», атом сильно уменьшается в размерах. Естественно поэтому, что газ, состоящий из ионизированных атомов, можно сжать гораздо сильнее, чем газ из неразрушенных, нейтральных атомов. Отсюда следует, что газы в центре Солнца не только очень горячи, но и необычайно плотны.

Давление в центральных областях Солнца достигает нескольких биллионов[4] атмосфер, и потому извлеченная из недр Солнца крупица вещества была бы в пять раз плотнее платины!

Газ, более плотный, чем сталь. Не правда ли, это звучит абсурдно? Но необычные количества (колоссальные давления) рождают и непривычное в земных условиях качество.

Вещество солнечных недр при всей его необычайной плотности все-таки остается газом. Отличие твердых тел от газообразных заключается вовсе не в плотности, а в другом. Газ обладает упругостью: сжатый до некоторого объема, он затем будет стремиться вновь расшириться и обязательно это осуществит, если ему не помешают внешние силы. Твердые тела ведут себя иначе. Сильно сжатое твердое тело (например, кусок

свинца) после снятия нагрузки останется в деформированном, измененном состоянии. Именно в этом состоит главное отличие твердых тел от газов.

Несмотря на большую, кажущуюся фантастической, плотность, газы в недрах Солнца не теряют своей упругости. Они, как показывает изучение других звезд, могут быть сжаты еще сильнее и, конечно, освобожденные от давления внешних слоев Солнца, сразу бы расширились. Значит, вещество солнечных недр можно считать газом.

Процессы, совершающиеся в недрах Солнца, непохожи на то, что мы видим вокруг себя на Земле. При температуре 15 миллионов градусов атомная энергия выделяется из вещества почти с такой же легкостью, как пар из воды при температуре ее кипения.

Разными путями было установлено, что Солнце состоит наполовину из водорода и на 40 процентов из гелия с очень небольшой «примесью» других элементов. В недрах Солнца водород превращается или как бы «перегорает» в гелий. Процессы, при которых изменяется состав атомных ядер, называются ядерными реакциями.

Вряд ли стоит утомлять читателя подробным рассмотрением всех тех ядерных реакций, в результате которых водород в недрах Солнца постепенно превращается в гелий. Интересующимся этим вопросом рекомендуем прочесть книгу А. Г. Масевич[5]. Укажем лишь на главное — в процессе ядерных реакций один вид материи (вещество) превращается в другой (свет) с сохранением при этом как массы, так и энергии.

Для образования ядра атома гелия необходимо четыре протона, то есть четыре ядра атома водорода. Два из этих протонов в результате ядерных реакций теряют свой положительный заряд и превращаются в нейтроны. Но два протона и два нейтрона, взятые в отдельности, весят на $4{,}7 \cdot 10^{-26}$ грамма больше, чем ядро гелия. Вот этот излишек, или «дефект массы», преобразуется в излучение, причем выделяемая при этом энергия равна $4 \cdot 10^{-5}$ эрг.

Не подумайте, что это очень мало. Ведь речь идет об образовании, синтезе одного атома гелия. Если же превращается в гелий 1 грамм водорода, то при этом выделяется энергия $6 \cdot 10^{18}$ эрг. Такой энергии вполне хватило бы для поднятия груженого товарного поезда из пятидесяти вагонов на вершину высочайшей земной горы — Джомолунгмы!

Каждую секунду Солнце превращает в излучение 4 миллиона тонн своего вещества. Таким количеством веществ можно было бы нагрузить четыре тысячи поездов по пятьдесят вагонов в

каждом. Значит, излучая свет, Солнце теряет свою массу, уменьшается в весе. Пока вы прочитаете эту фразу, Солнце «похудеет» на 12 миллионов тонн, а за сутки его масса уменьшится на треть миллиарда тонн.

И все-таки эта «утечка массы» для Солнца практически неощутима. Если даже Солнце всегда будет излучать свет и тепло так же интенсивно, как и в настоящую эпоху, то за всю свою жизнь (то есть за десятки миллиардов лет) его вес уменьшится на незначительную долю его теперешней массы.

Вывод ясен: ядерные реакции превращения водорода в гелий вполне объясняют, почему светит Солнце.

Кроме превращения водорода в гелий, есть еще одна ядерная реакция, возможно играющая в недрах Солнца такую же, если не большую роль. Речь идет об образовании тяжелого водорода (дейтерия) из атомов обычного водорода.

Как известно, в отличие от атома водорода, в котором ядром служит протон, атом дейтерия обладает ядром, состоящим из протона и нейтрона. При синтезе ядра дейтерия из двух протонов (один из которых превращается в нейтрон) избыток массы, как и в предыдущем случае, превращается в излучение. Исследования, проведенные в последнее время, доказали, что при такой, как ее называют, протон-протонной реакции энергии выделяется не меньше, чем при превращении водорода в гелий. Распределение ролей между описанными ядерными реакциями зависит от свойств звезды и главным образом от температуры ее недр. В одних звездах преобладает протон-протонная, в других — водородно-гелиевая реакции.

Таким образом, Солнце живет за счет собственных недр, как бы «переваривая» их содержимое. Энергия, поддерживающая жизнь на Земле, зарождается в глубинах Солнца. Не следует, однако, думать, что ослепительно яркий солнечный свет, которым мы любуемся в погожий день, и есть та световая энергия, которая зарождается в солнечных недрах.

Возникающий в результате ядерных реакций свет, или, точнее, электромагнитное излучение, обладает гораздо большей энергией и меньшей длиной волны, чем видимые нами солнечные лучи. Но, когда порции электромагнитного излучения, называемые квантами, пробираются из центральных областей Солнца к его поверхности, они много раз поглощаются, а затем вновь испускаются атомами во всевозможных направлениях. Поэтому путь луча из центра Солнца к его поверхности очень сложен и напоминает затейливую зигзагообразную кривую.

Это странствование может продолжаться сотни и тысячи лет, прежде чем луч вырвется на поверхность Солнца. Но сюда он

доходит сильно «изнуренным» от непрерывных взаимодействий с атомами. Потеряв значительную долю своей первоначальной энергии, луч превратился из невидимого, напоминающего рентгеновы лучи излучения в ослепительно яркий и отлично воспринимаемый глазом солнечный луч.

Загадка свечения Солнца в основном разгадана. Речь идет теперь только об уточнении картины тех ядерных реакций, которые совершаются в недрах Солнца. То же можно сказать и о множестве других звезд, по своей природе близких Солнцу. Но среди великого многообразия звездного мира встречаются и такие звезды, свечение которых не может быть объяснено описанными выше реакциями. К их числу относятся, например, белые карлики. При массе, близкой к массе Солнца, некоторые из этих звезд уступают в своих размерах даже Земле. Поэтому плотность белых карликов исключительно велика — некоторые из них гораздо плотнее, чем центральные области Солнца. Источником же энергии таких звезд является, по-видимому, сжатие под действием сил собственного тяготения.

То, что свет некоторых звезд представляет собой для нас загадку, неудивительно. Не только чрезвычайная удаленность звезд, но и колоссальная продолжительность их жизни сильно затрудняют исследование. По сравнению с жизнью звезд, измеряемой десятками миллиардов лет, продолжительность существования человечества на Земле кажется мгновением. И все-таки за это мгновение мы уже очень многое узнали о мире звезд. Вот это удивительно!

СОЛНЦА И ЗЕМЛИ

Любите ли вы природу? Заставала ли вас теплая, ясная июльская ночь где-нибудь на лугу или в поле?

Почти стихшие земные звуки не тревожат слух, а глаза лишь еле различают в темноте очертания далекого леса. Пряный запах скошенной травы и легкий ветерок кажутся ласками родной земли, и над всем господствует усеянный искорками звезд исполинский шатер ночного неба.

Земля и звезды! Забываемые днем, когда мы, занятые своими делами, менее всего склонны предаваться размышлениям о загадках Космоса, звезды ночью невольно приковывают к себе нашу мысль. Земля тогда не кажется самой главной частью природы. Мы начинаем не только сознавать, но и чувствовать все бесконечное многообразие и неисчерпаемость окружающей нас Вселенной.

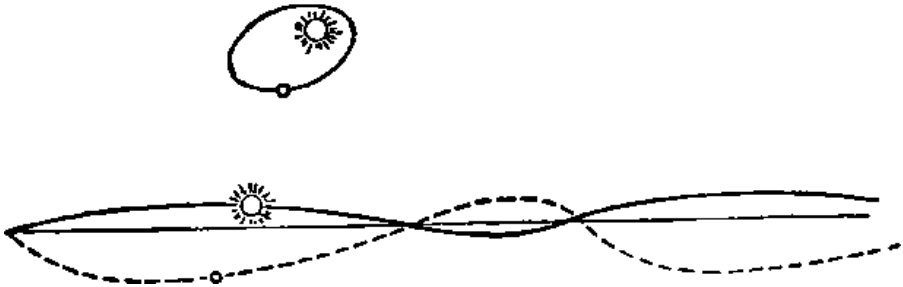
Мы понимаем, что перед нами не «светильники», украшающие земной мир, как думали древние, а множество солнц и каждое из них с большим основанием, чем Земля, может быть названо миром.

И тогда наша мысль невольно останавливается перед вопросом: если солнц так много, то неужели Земля одна?

Вокруг бесчисленных солнц, как и вокруг нашего Солнца, кружатся земли, многие из которых населены человечествами, подобными земному, — эту мысль защищали лучшие представители человеческого рода. Они, как Джордано Бруно, шли на костер, не желая отказываться от своих взглядов; язвительной насмешкой, как Вольтер, опровергали доводы противников. Вопреки всему, не страшась угроз церкви, они, как Михаил Ломоносов, смело заявляли, указывая на небо:

Уста премудрых нам гласят:
Там разных множество светов,
Несчетны солнца там горят,
Народы там и круг веков.

Некоторым из сторонников идеи о многочисленности обитаемых миров казалось, что жизнь есть почти на каждом небесном теле. Романтически настроенные и склонные к идеализму, они утверждали, что даже на Солнце и звездах могут быть существа, в организмах которых роль углерода выполняет не боящийся высокой температуры кремний.



Невидимая планета искривляет путь звезды.

К сожалению, все это ничем не обоснованное фантазерство принесло вред науке. Здоровая в своей основе материалистическая идея о многочисленности обитаемых миров была завуалирована идеалистическим туманом.

До самого последнего времени все разговоры о «небесных землях» носили отвлеченный характер, так как единственной известной и доступной изучению планетной системой была наша солнечная система.

Два с лишком десятилетия назад, в 1937 году, положение изменилось. Шведский астроном Хольмберг, изучая движение в пространстве ближайших звезд, обнаружил, что в этом движении есть еле уловимые, но, несомненно, реальные неправильности. Звезды двигались не так, как предписывал им закон тяготения. Они как бы вихляли слегка из стороны в сторону, уклоняясь от «законного», теоретического пути.

Сбивать звезды с пути могли только какие-то их невидимые с Земли спутники. В этом случае звезда и спутник обращаются вокруг общего центра тяжести, который движется в пространстве так, как полагалось бы двигаться одиночной звезде. Волнообразный путь звезды есть результат сложения двух движений — полета в пространстве вместе с другими звездами и обращения вместе со своим спутником вокруг общего центра тяжести.

Легко сообразить, что чем тяжелее невидимый спутник звезды, чем больше его масса, тем больший беспорядок вызовет он в ее движении. Значит, в этом случае возрастет и размах волнообразных колебаний звезды. Именно таким путем и удалось рассчитать, какова же масса невидимых спутников звезд.

Результаты получились замечательные — загадочные спутники оказались телами, по своей массе близкими к планетам, а не к звездам. Их массы составляют всего 2–3 процента от массы Солнца. Между тем если небесное тело имеет массу меньше

солнечной на 0,04—0,05, то оно не может быть звездой. Давление в недрах такого тела недостаточно для того, чтобы там начались ядерные реакции и тело превратилось в звезду. Значит, невидимые спутники звезд являются несамосветящимися телами.

Можно ли их считать планетами? Пулковский астроном А. Н. Дейч и американский астроном Странд подробно изучили спутник одной из ближайших к нам звезд — звезды под номером 61 из созвездия Лебедя. Выяснилось, что масса его составляет 0,008 солнечной массы и в восемь раз больше массы Юпитера. Таких больших планет в солнечной системе нет, но ведь другие «земли» вовсе не должны во всем подражать нашей планете.

Кроме того, факты не безоговорочно утверждают, что у звезды 61 Лебедя должен быть именно такой спутник. Ведь те же неправильности в движении звезды могли вызвать два спутника, масса которых составляла бы в сумме 0,008 солнечной массы.

Представьте себе, что мы перенеслись на звезду 61 Лебедя и оттуда наблюдаем за полетом в пространстве нашего Солнца. Захватив с собой самый мощный из земных телескопов, мы не увидели бы с такого расстояния не только Землю, но и крупнейшие из «наших» планет. Зато притяжение Солнца, главным образом Юпитером и Сатурном, вызвало бы вполне ощутимые неправильности в его движении. Наблюдая за полетом Солнца в мировом пространстве, мы бы пришли к заключению, что у него есть темный спутник с массой, равной сумме масс Юпитера и Сатурна.

Есть поэтому все основания утверждать, что другие планетные системы открыты. Правда, возможности их изучения пока еще очень ограниченны. Только у ближайших к Солнцу звезд неправильности в движении, вызванные невидимыми планетами, настолько значительны, что могут быть обнаружены современными средствами наблюдения. У более же далеких звезд различить эти неправильности просто невозможно. К тому же далеко не все звезды обладают планетообразными темными спутниками.

Внутри исполинской сферы с центром в Солнце и радиусом семнадцать световых лет находится в общей сложности тридцать восемь звезд. Среди них, кроме Солнца, только три звезды наверняка обладают планетными системами. Две из этих трех звезд доступны невооруженному глазу — звезда 61 Лебедя и звезда в созвездии Змееносца, значащаяся под номером 70. Видимая яркость их, правда, невелика — около 5-й звездной величины. Попробуйте отыскать обе звезды на небе и взгляните на них в бинокль — может быть, оттуда, из глубин Вселенной, с поверхности какой-нибудь невидимой планеты, также устремлен

на Солнце оптический инструмент неведомого нам разумного существа. Ведь для обитателей планетных систем этих звезд наше Солнце как центр планетной системы должно представлять значительный интерес. Есть ли, однако, так сравнительно близко от нас другие «человечества»?

Жизнь, по выражению Г. А. Тихова, «явление упорное». Возникнув из неорганической природы на определенной стадии развития той или иной планеты, жизнь затем, приспосабливаясь и видоизменяясь, цепко держится за свое существование.

По опыту земной жизни мы знаем, как живые организмы приспосабливаются к высокой и низкой температурам, огромным давлениям и необычайной разреженности атмосферы, к отсутствию влаги или, наоборот, к ее избытку, к ослепительному освещению и к полному отсутствию видимого света.

И все-таки у жизни есть границы. Жизнь не может быть повсеместной. Многие из планетных систем других звезд должны быть целиком или частично необитаемыми, или, точнее, лишенными органической жизни.

Выдающийся советский астроном академик В. Г. Фесенков недавно сделал ориентировочный подсчет вероятности того, что в окрестностях какой-нибудь взятой на* угад звезды существует жизнь. Вот примерный ход его рассуждений.

Допустим, что каждая звезда обладает планетной системой. Так как на самом деле это неверно, то вычисленная вероятность будет заведомо максимально большой.

Для существования жизни на какой-нибудь планете необходимо, чтобы ее орбита была близка к круговой. Только в этом случае температура на планете будет примерно одинаковой в течение года, как и вообще количество получаемого от звезды излучения. При сильно вытянутых, кометообразных орбитах планету, образно говоря, будет «бросать» из нестерпимой жары в леденящий холод. Следовательно, допустимые для жизни границы температур будут постоянно нарушаться.

Круговые или близкие к ним по форме планетные орбиты возможны только для одиночных звезд. В двойных, а тем более кратных звездных системах движение планет, как доказывают расчеты, будет необычайно сложным.

Правда, и те планеты, которые обращаются вокруг одиночной звезды, необязательно должны иметь круговые орбиты — вспомните о сравнительно вытянутых орбитах Плутона, Марса и Меркурия, не говоря уже об орбитах некоторых астероидов.

Приняв все сказанное во внимание, мы придем к выводу, что только около 10 процентов существующих звезд могут иметь планеты с почти круговыми орбитами.

В отобранном таким образом множестве звезд следует произвести дальнейшую сортировку. Отбросим, как неподходящие, все гигантские звезды. Они быстро теряют свою массу, и потому их светимость также сравнительно резко изменяется. Следствием этого будут значительные изменения температуры на принадлежащих им планетах, то есть как раз то, что невыносимо для жизни. Значит, гигантские и другие быстро меняющие свою светимость звезды не пригодны для создания и поддержания жизни. Здесь годятся лишь такие «уравновешенные», со спокойным излучением звезды, как наше Солнце. Тем самым из отобранных вначале звезд мы должны выделить для дальнейшего рассмотрения только десятую их часть.

Не подумайте, что теперь мы получили во всех отношениях безупречные звезды. Они одиночны и обладают спокойным, достаточно постоянным излучением. Допустим даже, что их планетные системы напоминают нашу. Не на всех, однако, планетах и в этом случае может существовать жизнь. Если планета очень близка к звезде (как, например, Меркурий), то на ней слишком «жарко» для жизни. Если же она чересчур далека от звезды (как, например, Плутон), то жизнь не может возникнуть на ней из-за чрезвычайно низкой температуры.

В нашей солнечной системе из десяти планет (включая погибший Фаэтон) только Земля обладает органическим миром. Значит, грубо ориентировочно можно принять, что из всех планет, имеющихся у отобранных нами звезд, только десятая часть может быть носителями жизни.

Представьте себе далее, что некоторая планета расположена в «подходящем» месте планетной системы и обращается вокруг своей «спокойной» звезды по почти круговой орбите. Все, казалось бы, хорошо, но масса планеты близка к массе известных нам астероидов или хотя бы Луны. Это означает, что планета лишена газовой оболочки — атмосферы, а следовательно, и жизни.

Не годится и другая крайность — слишком большая масса. На примере знакомых нам планет-гигантов Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна видно, что в этом случае планета в основном или целиком состоит из газов и скорее напоминает Солнце, чем Землю.

Границы допустимых масс — самые жесткие из рассмотренных «границ жизни». По расчетам В. Г. Фесенкова, только около 1 процента всех образующихся где-либо планет будут обладать пригодными для жизни массами.

Подведем итоги произведенной сортировке. Нетрудно

сообразить, что только одна стотысячная доля первоначально взятых звезд может обладать планетами, на которых есть органическая жизнь.

Повторяем, что приведенный расчет дает преувеличенный результат. Ведь мы исходили из того, что каждая звезда обладает планетной системой.' На примере ближайших окрестностей Солнца видно, что на самом деле планеты существуют только, приближенно говоря, у 10 процентов всех звезд. Так как ни Солнце, ни его окрестности нельзя считать чем-то исключительным во Вселенной, то такой же процент планетных систем должен быть и в других областях звездного мира. Значит, скорее всего лишь миллионная часть всех звезд окружена планетами, где, может быть, есть то, что мы называем жизнью.

Факты показывают, что жизнь — явление редкое. Это впрочем, нисколько не умаляет значение жизни как высшей формы существования материи. Ведь ценности в мире зачастую бывают одновременно и редкостями. Можно спорить о некоторых деталях приведенного расчета, но общая картина распространенности жизни во Вселенной дана им правильно.

Жизнь — большая редкость. Но ведь число звезд необозримо велико. Значит, почти столь же велико и количество обитаемых миров.

Может быть, целесообразно планеты с органической жизнью, в отличие от планет, где жизни нет, называть «землями». Тогда следует подчеркнуть, что все проведенные выше рассуждения относятся только к землям. Планет же во Вселенной гораздо больше.

Об открытых до сих пор планетных системах мы знаем еще крайне мало. Трудно сказать, есть ли в этих системах земли.

Подробное изучение планетных систем близких к нам звезд — задача будущего. О внешнем облике и характере жизни представителей других «человечеств» мы можем пока высказывать лишь фантастические и мало чем обоснованные предположения. Но силы науки и техники так безграничны, что, быть может, когда-нибудь человек не только найдет другие земли, но и, воспользовавшись сверхскоростными фотонными ракетами, совершит на них межзвездный перелет.

БЕСПОКОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ

В середине августа 1596 года Давид Фабрициус, один из лучших астрономов-наблюдателей той эпохи, изучал видимое движение Меркурия. Появляясь незадолго перед восходом Солнца, планета казалась яркой, немерцающей желтоватой звездочкой на фоне созвездия Кита.

Чтобы выяснить, какой путь описывает Меркурий среди звезд, Фабрициус измерил угловое расстояние от планеты до звезды 3-й звездной величины в созвездии Кита. Никогда раньше Фабрициус этой звезды не видел. Не нашел он ее и в звездных каталогах того времени.

К концу августа блеск незнакомой звезды возрос более чем вдвое и звезда достигла яркости звезд 2-й звездной величины. Но затем в сентябре необыкновенная звезда стала постепенно «гаснуть», а в конце месяца и вовсе бесследно исчезла. Происходили эти удивительные события до изобретения первого телескопа, когда считали, что мир звезд исчерпывается только теми звездами, которые доступны невооруженному глазу.

Почти за год до того как Галилей впервые направил на небо изготовленный им телескоп, в феврале 1609 года, Фабрициус снова заметил исчезнувшую звезду. Она сияла на прежнем месте почти так же, как и тринадцать лет назад.

Так была открыта первая переменная звезда.

В настоящее время зарегистрировано более двадцати тысяч звезд, изменяющих свой видимый блеск, свою яркость. Несомненно, что открыта пока лишь небольшая доля всех переменных звезд, входящих в нашу звездную систему — Галактику.

Предупреждаем малоосведомленных в астрономии читателей, что переменность звезд не следует путать с их мерцанием. Последнее вызвано движением воздуха и вполне сходно с мерцанием огней какого-нибудь видимого издалека большого города. Следовательно, к самим звездам мерцание никакого отношения не имеет.

Что касается настоящих изменений блеска звезд, то они могут вызываться разными причинами. Одни из этих причин известны достаточно хорошо, другие пока еще остаются загадочными.

Мы не будем рассматривать те переменные звезды, изменения видимого блеска которых вызваны посторонними для звезды причинами. К ним относятся так называемые затменно-переменные звезды. Каждая из них представляет собой двойную

звезду, то есть, иначе говоря, состоит из двух звезд, обращающихся вокруг общего центра тяжести. Если случайно плоскость орбит обеих звезд наклонена под очень малым углом к лучу зрения земного наблюдателя, то последнему должно казаться, что иногда одна звезда затмевает собой другую.

Обе звезды расположены так близко друг к другу, что глаз астронома их в отдельности не различает. Он видит лишь одну звезду, периодически изменяющую свой блеск. Очевидно, минимум блеска наступает тогда, когда менее яркая звезда заслоняет своего более яркого соседа.

Хотя среди затменно-переменных звезд есть уникальные звездные пары, хотя некоторые детали колебания их блеска еще не вполне выяснены, в основных своих чертах они не представляют собой загадки для современного астронома. Поэтому мы обратимся к таким переменным звездам, изменчивость блеска которых вызвана не оптическими, а физическими причинами. К их числу принадлежат прежде всего цефеиды.

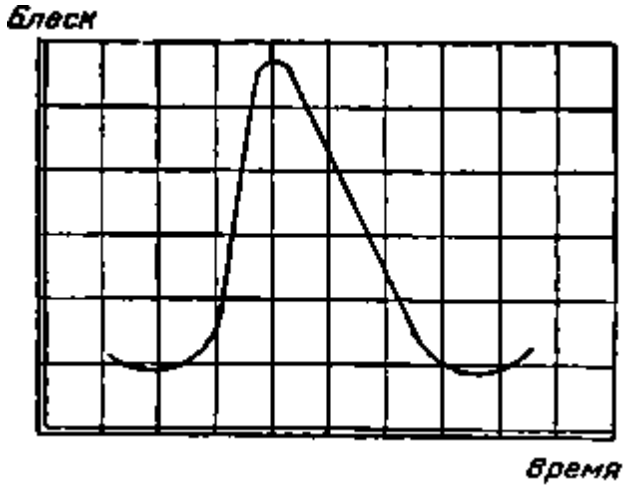
Главным представителем этого типа «беспокойных» звезд является звезда δ (Дельта) из созвездия Цефея. Ее открыл в 1784 году любитель астрономии глухонемой юноша Джон Гудрайк, обладавший исключительными математическими способностями.

Чтобы лучше представить себе, как меняет свой блеск переменная звезда, построим график. На горизонтальной его оси будем откладывать время (моменты наблюдения), на вертикальной оси — наблюдаемую яркость звезды, выраженную в звездных величинах. Тогда колебания блеска звезды δ Цефея изобразятся плавной, волнообразной кривой.

Первое, что бросается в глаза, это строгая периодичность в изменении блеска. Через каждые 5,36 суток Дельта Цефея достигает максимума блеска, и такой же промежуток времени отделяет момент, когда звезда становится наименее яркой.

Все «волны» кривой блеска так похожи одна на другую, что их вполне можно объединить в некоторую среднюю кривую блеска, то есть рассматривать, как меняется яркость δ Цефея в течение одного периода.

Большинство цефеид характеризуется сравнительно быстрым ростом блеска и гораздо более медленным его уменьшением. Но есть и такие, кривые блеска которых имеют вполне симметричный вид.



Так меняет свой блеск δ Цефея.

У некоторых цефеид на восходящей или нисходящей ветвях кривой блеска наблюдаются своеобразные горбы, расположение которых, оказывается, связано с периодом изменения блеска звезды. У переменных звезд, похожих на звезду δ Цефея, встречаются периоды продолжительностью от одного до шестидесяти дней. Оказывается, впервые горб появляется в нижней части нисходящей ветви кривой блеска тех цефеид, у которых период немногим более шести дней. Затем, с увеличением периода, горб продвигается по кривой и потом, после периода в десять дней, как бы «переваливается» на восходящую ветвь кривой.

Мы указали на эти тонкости для того, чтобы подчеркнуть сложный характер переменности цефеид. Любая теория, претендующая на объяснение причин изменения их блеска, должна объяснить и эти детали.

Амплитуда, или, иначе говоря, размах, колебаний блеска цефеид сравнительно невелика — порядка одной звездной величины. Замечено, что с уменьшением амплитуды возрастает число известных в настоящее время цефеид. Весьма возможно поэтому, что имеется огромное множество слегка «мигающих» цефеид, незначительные колебания блеска которых еще не обнаружены.

В созвездии Лиры есть незаметная для невооруженного глаза звездочка, меняющая свой блеск сходно со звездой δ Цефея, но с одним существенным отличием: колебания ее блеска совершаются гораздо быстрее, с периодом всего в 0,57 суток. Звездочка эта обозначается буквами RR и возглавляет собой класс так называемых короткопериодических цефеид. Звезды типа RR Лиры меняют блеск с периодами от полутора часов до одних

суток.

Не подумайте, что разделение цефеид на две группы — короткопериодические и долгопериодические — есть чисто формальная операция. Оказывается, несмотря на сходство в характере изменения блеска, обе группы цефеид различаются, и притом весьма существенно, в других своих качествах.

Долгопериодические цефеиды — это сверхгиганты, величайшие из известных нам звезд. Звезды типа RR Лиры уступают им в размерах, хотя в сравнении с Солнцем также выглядят исполинами. Чем короче период изменения блеска, тем горячее в среднем цефеида. Поэтому короткопериодические цефеиды являются горячими гигантскими звездами.

В 1912 году было открыто замечательное свойство цефеид. Оказывается, чем больше света излучает цефеида, тем продолжительнее период изменения ее блеска. Если учесть, что светимость звезды связана с ее массой (обе величины возрастают одновременно), то приходим к выводу: чем массивнее цефеида, тем медленнее колеблется ее яркость.

Связь между светимостью цефеид и их периодом выражена очень четко. По графику, изображающему эту связь, можно, зная период изменения блеска цефеиды, найти ее светимость. Сравнивая же видимый блеск звезды с ее светимостью, то есть с тем количеством света, которое звезда на самом деле излучает, легко вычислить расстояние до звезды.

В этом великая роль цефеид, помогающих выяснить контуры строения звездного мира. Ведь обычным, тригонометрическим путем можно измерить расстояние только до самых близких звезд. Звезды, удаленные от Земли на расстояние больше ста световых лет, при ее обращении вокруг Солнца смещаются так незначительно, что обнаружить эти смещения пока невозможно. А цефеиды видны с огромных расстояний и их периодические «мигания» заметны отлично. Стоит только определить продолжительность такого «светового сигнала», и задача почти решена. Вычислить в этом случае расстояние до цефеиды — дело нескольких минут.

Еще в 1952 году ученые предположили, что зависимость между периодом изменения блеска цефеид и их светимостью определена неточно. В связи с этим возникла широкая дискуссия, охватившая астрономов многих стран. Заинтересованность астрономов в данной проблеме вполне понятна: если указанная выше зависимость установлена неправильно, то ошибочны и все расстояния, найденные по цефеидам, а следовательно, неверны и наши представления о расстояниях до галактик и об их размерах.

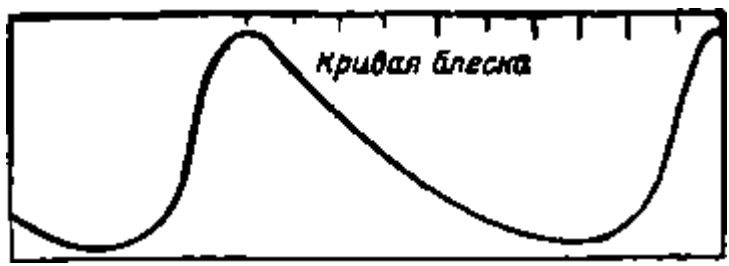
Советские астрономы, проведя тщательное исследование

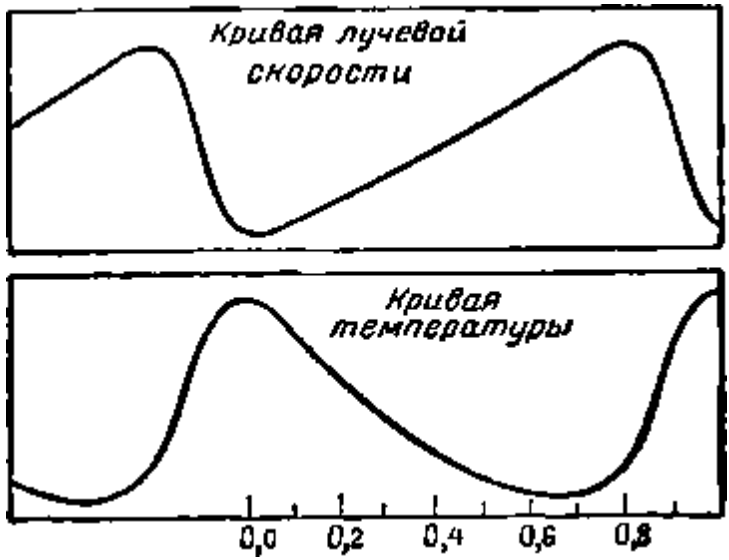
вопроса, пришли к выводу, что все расстояния были ошибочно преуменьшены в полтора раза. Проблему эту еще нельзя, однако, считать окончательно решенной. Возможно, что в разных звездных системах связь между периодом изменения блеска цефеид и их светимостью имеет различный характер. Есть и другие причины, осложняющие решение вопроса. Тем не менее цефеиды заслуженно называют «маяками Вселенной». Наши знания о Вселенной были бы намного скромнее, если бы эти «маяки» не помогали ориентироваться в бездонных глубинах мироздания.

Главное, пожалуй, различие долгопериодических цефеид и звезд типа RR Лиры заключается в их пространственном расположении. Долгопериодические цефеиды жмутся к средней линии Млечного Пути. Это означает, что они концентрируются в экваториальной плоскости Галактики. Короткопериодические цефеиды, наоборот, разбросаны по всему небу. В пространстве они образуют нечто вроде исполинского шарового облака, окутывающего нашу звездную систему.

Чтобы разобраться в причинах изменения блеска цефеид, надо обратиться за помощью к спектральному анализу. Однако в данном случае спектры цефеид не проясняют, а скорее затемняют проблему. Они свидетельствуют о фактах, которые не всегда удается хорошо связать друг с другом.

На приведенном здесь рисунке показаны три кривые. Верхняя нам уже знакома — это кривая изменения блеска цефеиды (в данном случае звезды η Орла). Средняя кривая— это график изменения лучевой скорости, то есть скорости звезды вдоль луча зрения. Ее можно измерять по смещению темных поперечных линий в спектре звезды. Для нижнего графика на вертикальной оси отложены лучевые скорости со знаком «+» (плюс) — в случае удаления поверхности звезды и со знаком «—" (минус) — в случае ее приближения.





Кривые, характеризующие свойства цефеид.

Нижний график является почти точным зеркальным отражением верхнего. Значит, в максимуме блеска скорость приближения звезды становится наибольшей, а в минимуме блеска звезда кажется наиболее быстро удаляющейся от нас.

По спектру можно также узнать, как изменяется температура цефеид. Оказалось, что в момент максимума блеска цефеида наиболее горяча, а минимуму ее блеска соответствует и наименьшая температура. Поземным масштабам колебания температуры цефеид весьма значительны — их амплитуда достигает 1000 градусов.

Как объяснить все эти факты?

Было предпринято несколько попыток создать теорию переменности цефеид. В настоящее время наиболее правдоподобна гипотеза, считающая цефеиды пульсирующими звездами.

Представьте себе исполинский разреженный газовый шар, который строго периодически то сжимается, то раздувается. Когда цефеида имеет наибольшие размеры, температура ее поверхности наименьшая, и звезда находится в минимуме своего блеска. Наоборот, сжимаясь, звезда разогревается, и яркость ее возрастает.

По кривой лучевых скоростей можно найти, как меняется радиус цефеиды при ее пульсации. Получается, что для огромного множества цефеид их радиус изменяется на 5—10 процентов своей средней величины. Но, вопреки той картине пульсации, которую мы только что нарисовали, радиус цефеиды, вычисленный по кривой лучевых скоростей, оказывается

наименьшим не в момент максимума ее блеска и наибольшим не при наименьшей яркости звезды, а в другие моменты. Чем это объясняется, пока неизвестно. Может быть, поверхность цефеид и их атмосфера пульсируют по-разному, но тогда надо найти объяснение и этому странному факту. Исчерпывающая теория переменности цефеид пока не создана. К сожалению, причины переменности других типов звезд еще менее известны.

Рассмотрим, например, так называемые долгопериодические переменные звезды. Именно к этому классу изменчивых звезд относится звезда из созвездия Кита, открытая Фабрициусом.

Кривые блеска долгопериодических переменных звезд похожи на кривые цефеид. Но периоды изменений блеска здесь другие, гораздо более продолжительные — от ста до тысячи дней. Гораздо больше и амплитуды изменения блеска — у долгопериодических переменных звезд они достигают в среднем почти пяти звездных величин.

Звезда Фабрициуса, названная Мирой, или Удивительной, в максимуме блеска имеет яркость звезды 2-й звездной величины, а в минимуме 9-й звездной величины. Иначе говоря, количество света, излучаемое звездой, меняется при этом в шестьсот двадцать пять раз!

Все мириды (так называют звезды, похожие на Миру Кита) являются красными холодными гигантами. Большая доля их излучений не воспринимается человеческим глазом — мириды в изобилии испускают инфракрасные лучи.

В спектрах наблюдаются загадочные светлые линии, принадлежащие водороду и некоторым металлам. Они вызваны облаками раскаленного водорода и парами металлов, извергающихся из горячих недр мирид в их холодную атмосферу.

Полного объяснения переменности мирид еще не дано. Возможно, что мириды, как и цефеиды, являются пульсирующими звездами. Но для объяснения всех особенностей мирид одной пульсации недостаточно. По-видимому, частично блеск мирид колеблется из-за периодических помутнений их атмосфер. Кроме того, некоторую роль во всем этом играют раскаленные водородные массы, повышающие светимость звезды.

Блеск большинства переменных звезд меняется так хаотично, что какой-либо периодичности уловить в этих изменениях невозможно. Их называют неправильными переменными звездами.

У некоторых переменных звезд, меняющих свою видимую яркость с первого взгляда хаотично, при тщательном изучении обнаруживаются иногда признаки некоторой, правда, непостоянной периодичности. Такие звезды образуют класс

полуправильных переменных звезд.

Вот перед вами типичный представитель этого класса звезд — звезда Бетельгейзе, являющаяся главной в созвездии Ориона. Ее поперечник в триста пятьдесят раз больше солнечного, и этот холодный красный гигант хаотично пульсирует, возможно меняя не только свои размеры, но и форму.

В спектре Бетельгейзе выделяются линии кальция, похожие на те, которые излучают солнечные протуберанцы. Яркость их так велика, что, по-видимому, поверхность Бетельгейзе плотно закрыта переплетающимися в ее атмосфере исполинскими протуберанцами.

Полуправильные переменные звезды разбиты на ряд подклассов, перечисление которых было бы для читателя, вероятно, утомительным. И без того ему пришлось познакомиться с множеством фактов, пока еще не связанных какой-нибудь единой теорией. Создание такой теории — насущная задача современной звездной астрономии. Причины изменения блеска звезд рано или поздно будут найдены.

Мы уже называли цефеиды «маяками Вселенной». Такое наименование вполне можно отнести и к некоторым другим переменным звездам, у которых из наблю дений легко находится светимость, а по светимости и их расстояние от Земли. Поэтому, не зная причин, заставляющих звезды менять свой блеск, все же можно использовать переменные звезды для изучения строения Галактики.

Подобная трудоемкая работа была выполнена известными советскими учеными профессорами Б. В. Кукаркиным и П. П. Паренаго в течение семи лет, с 1942 по 1949 год. К аналогичным выводам пришел в 1944 году и американский астроном Бааде.

Наша звездная система — Галактика — представляет собой сложную смесь различных подсистем. Долгопериодические цефеиды образуют, например, плоскую подсистему; как уже говорилось, все они концентрируются в экваториальной плоскости Галактики. Наоборот, звезды типа RR Лиры составляют в своей совокупности сферическую подсистему, кажущуюся со стороны огромным очень разреженным сферическим роем. Наконец, есть объекты, образующие в Галактике промежуточные подсистемы различной степени сжатия. К их числу относятся, например, знакомые нам мириды.

В кажущемся хаосе звезд Галактики выявлена стройность. Каждый тип ее объектов входит в какую-нибудь из определенных подсистем, что, конечно, нельзя считать случайным. Распределение звезд, звездных скоплений и туманностей по подсистемам, несомненно, связано с их возникновением и

эволюцией. Но высказать такое утверждение, разумеется, гораздо легче, чем установить, в чем же именно заключается эта связь.

В своих исследованиях Б. В. Кукаркин привел веские доказательства того, что объекты, входящие в сферические подсистемы, представляют собой гораздо более старые образования, чем те, которые образуют промежуточные и плоские подсистемы. В экваториальной плоскости Галактики сконденсирована и диффузная материя — газовые и пылевые туманности. Невольно возникает мысль о том, не является ли эта материя первоосновой для зарождения в буквальном смысле новых, молодых звезд.

С другой стороны, интересно выяснить, из чего и как формируются звезды сферических подсистем.

Дальнейшее изучение «беспокойных» переменных звезд, несомненно, приведет к важнейшим открытиям.

ТАЙНЫ ЗВЕЗДНЫХ ВСПЫШЕК

День начался как обычно. На востоке из-за горизонта показался ослепительно яркий краешек Солнца, и через полчаса вся природа упивалась потоками живительного солнечного света.

Около полудня с Солнцем что-то произошло. Всегда неизменное и спокойное, оно вдруг как бы «подернулось» и стало заметно ярче. Поначалу, занятые своими земными делами, люди не заметили, что стало несколько жарче. Но потом взоры всех обратились к небу.

На небе творилось необычное. Медленно склоняясь к закату, Солнце непрерывно росло, чудовищно увеличиваясь в своих размерах. Все ярче, все ослепительнее становился распухающий солнечный диск, все нестерпимее становилась удушающая жара.

К концу дня, когда солнечный диск стал по поперечнику в сто раз больше видимого диаметра Луны, на Земле начали испаряться реки, моря и океаны. Густой раскаленный туман наполнил атмосферу Земли. Он скрыл от глаз последних представителей гибнущего человечества продолжавшее безудержно расти Солнце.

Прошло еще несколько часов, и Солнце, закрыв собой весь небосвод, поглотило уже безжизненную Землю. Чудовищный вихрь раскаленных газов пронесся по Земле, сметая все следы уничтоженной им органической жизни.

Раздувшись до размеров орбиты Марса, Солнце затем начало спадать, освобождая испепеленные им планеты…

Нарисованная картина «огненной гибели» Земли расценивается некоторыми буржуазными астрономами как пророческая. Они пытаются уверить человечество, что такая катастрофическая вспышка Солнца рано или поздно обязательно произойдет. Не называя сроков «огненной гибели» Земли, они оставляют человечество в положении преступника, приговоренного к смертной казни, но не знающего срока ее исполнения. Что может быть ужаснее такого положения? Стоит ли строить счастливую жизнь на Земле, если каждую секунду может произойти катастрофа? Не лучше ли, как это советуют некоторые зарубежные представители церкви, обратиться на путь «духовного спасения» и постараться поскорее переселиться в «потусторонний мир»?

Вопросы эти около четверти века назад были поставлены очень остро. И в те времена на них еще нельзя было дать удовлетворительный ответ. Не были известны факты, которые бы убедительно доказали ошибочность «пророчеств» о неминуемой

вспышке Солнца. Но теперь дело обстоит совсем иначе.

Среди звезд действительно имеются такие, которые переживают невообразимо мощные по масштабам вспышки. Если вокруг них есть планеты, то гибель жизни на этих планетах при вспышке звезды была бы неизбежной. Возможно поэтому, что описанная выше картина космической катастрофы где-нибудь и соответствует действительности. Но Солнце, как мы сейчас в этом убедимся, не может принадлежать к числу вспыхивающих звезд.

Звезды, переживающие мощные вспышки, называют новыми звездами. Трудно, пожалуй, придумать для этих небесных тел более неудачное название. Единственным оправданием может служить то, что в древности вспыхивающие звезды действительно принимались за только что возникшие, новые звезды.

Психология древних астрономов вполне понятна. В те времена небо считалось вечным и неизменным. Многие из астрономов древности разделяли то мнение, что звезды являются своеобразными светильниками, прикрепленными к хрустальным небесам.

Легко представить себе изумление Гиппарха, который во II веке до нашей эры заметил в созвездии Скорпиона незнакомую ему новую звезду. Еще удивительнее был для него, вероятно, тот факт, что, проблистав на небе непродолжительное время, новая звезда постепенно потускнела, а затем и вовсе скрылась, как бы растаяв в черной бездне неба.

Это происшествие на небе доказывало, что и «небеса» изменяются, а значит, у них есть свойства, общие с Землей, — таков был важный философский вывод из первого в Европе наблюдения новой звезды.

Древние китайские астрономы регистрировали вспышки каждой новой звезды. «Погостив» непродолжительное время на небе, удивительные звезды исчезали, именно поэтому китайцы каждую новую звезду называли звездой-гостьей.

В 1572 году в созвездии Кассиопеи вспыхнула яркая новая звезда. Ее наблюдал известный датский астроном того времени Тихо Браге. Яркость звезды была так велика, что первое время ее можно было наблюдать даже днем, при полном солнечном свете.

Проблистав на небе около полутора лет, загадочная звезда Тихо Браге исчезла. Его суеверные современники распустили слух, что появление таинственной звезды было связано с кровавой варфоломеевской ночью.

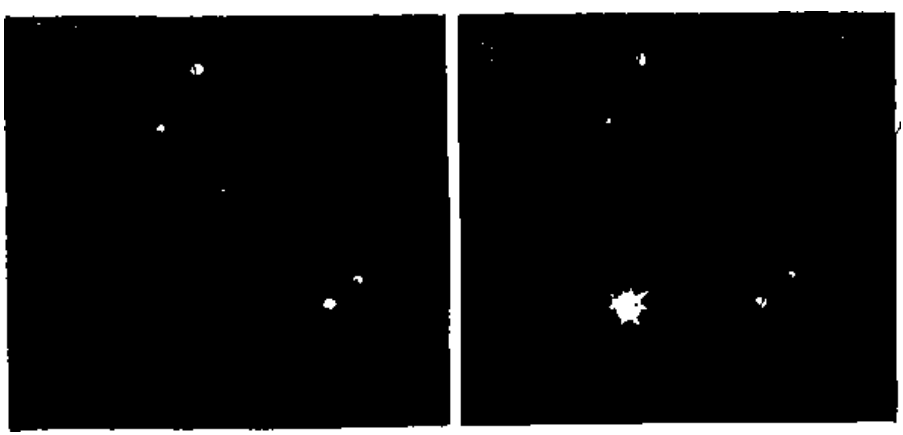
Шли века. Время от времени на небе вспыхивали и затем погасали яркие новые звезды. Последней из них была новая звезда, вспыхнувшая в конце 1934 года в созвездии Геркулеса.

С помощью телескопов и фотографии новые звезды теперь

открывают гораздо чаще, чем в прошлые века. Правда, большинство из них так далеко от Земли, что невооруженным глазом их различить невозможно.

Во многих обсерваториях мира имеются так называемые стеклянные библиотеки. Не подумайте, что речь идет об обычных библиотеках со стеклянными шкафами или стенами. Стеклянные библиотеки астрономических обсерваторий — это уникальные коллекции негативов со снимками различных участков звездного неба. В стеклянных библиотеках фотографически точно запечатлена история неба. Роясь среди тысяч негативов, полученных в прошедшие годы, можно узнать, как выглядела та или иная звезда много лет назад.

Именно этим способом было доказано, что название «новая звезда» неудачно. Изучая снимки тех участков неба, где вспыхивали новые звезды, астрономы доказали, что до своей вспышки новая звезда была обычной, спокойной, но слабосветящейся звездой. Пережив вспышку, она постепенно снова успокаивается и возвращается к тому же состоянию, в котором находилась до вспышки. Этот факт был бы известен еще древним, если бы их зрение могло быть усилено телескопом. На самом же деле о существовании слабых телескопических звезд они даже не подозревали.



Вспышка новой звезды.

Новые звезды — это звезды, переживающие в своей жизни какие-то странные и очень мощные вспышки. В течение суток блеск новой звезды возрастает иногда в тысячи раз. В среднем амплитуда (то есть размах колебаний) блеска новых звезд достигает 12 звездных величин, что соответствует увеличению блеска более чем в пятьдесят тысяч раз. В отдельных случаях

некоторые из новых звезд, вспыхивая, увеличивают свой блеск в четыреста тысяч раз!

Трудно представить себе наглядно масштаб этих грандиозных изменений. Если бы обычная свеча неожиданно засияла, как мощный прожектор, она скопировала бы (конечно, в миниатюре) вспышку новой звезды.

По исследованиям профессора Б. А. Воронцова-Вельяминова, до и после вспышки новые звезды являются сравнительно маленькими горячими и плотными звездами, по размерам более близкими к Земле, чем к Солнцу. Их спектры вовсе не похожи на спектр Солнца. Это особый класс звезд, к которому наше Солнце, к счастью, не принадлежит.

Спите спокойно, дорогие читатели! Солнце не вспыхнет, как новая звезда, и «огненная гибель» нам не угрожает!

Сейчас пока еще трудно сказать, какие именно процессы приводят новую звезду к вспышке. Выдвигавшиеся до сих пор гипотезы не получили всеобщего признания и не смогли объяснить все стороны процессов, происходящих с новыми звездами. Самой правдоподобной из них является гипотеза, разработанная советскими астрономами профессорами А. И. Лебединским и Л. Э. Гуревичем.

В недрах новых звезд непрерывно вырабатывается ядерная энергия. Иногда, по мнению Лебединского и Гуревича, выделение ядерной энергии внезапно, скачкообразно увеличивается. Газы звезды «перегреваются», возникает так называемая детонационная волна, то есть происходит взрыв, который сбрасывает со звезды в окружающее пространство ее внешние газовые оболочки.

Эта гипотеза не безупречна. Она встречает ряд возражений.

Имеются и другие объяснения причин вспышек новых звезд, что, конечно, является признаком недостатка знаний. Здесь есть какие-то еще не разгаданные тайны.

О том, что именно происходит при вспышке новой звезды, можно судить по ее спектру. Незадолго до момента достижения наибольшего блеска спектр новой звезды похож на спектр звезд-сверхгигантов. Его темные поперечные линии смещены к фиолетовому концу на величину, соответствующую скорости приближения в несколько сотен километров в секунду. Именно в этот период раздувшаяся атмосферная оболочка новой звезды кажется несущейся прямо на нас.

Но вот блеск звезды достиг максимума. В этот день в спектре звезды происходят удивительные изменения. Место темных линий занимают широкие яркие полосы, на фиолетовом конце которых виднеется резкая темная линия. Она смещена с нормального положения на величину, соответствующую скорости

около тысячи километров в секунду.

Для лиц, не искушенных в спектральном анализе, эти спектральные иероглифы совершенно непонятны. Но астрофизик легко переведет их на общедоступный язык. Он пояснит, что в момент максимума внешние атмосферные оболочки звезды отрываются от ее поверхности. Причиной этого, как доказали исследования советского астронома профессора Э. Р. Мустеля, является внезапно возросшее световое давление. Оно как бы «сдувает» со звезды ее внешнее газовое покрывало.

После максимума спектр новой звезды непрерывно и сложно меняется. Удаляясь от звезды, ее газовая оболочка становится все разреженнее и прозрачнее. Сквозь нее начинает все яснее и яснее проглядывать «обнаженная», сжавшаяся звезда. В этих процессах и кроется главная причина тех изменений, которые наблюдаются в спектре звезды. Внешне он напоминает спектры звезд типа Вольф — Райе. Но количество света, излучаемое новой звездой после вспышки, во много раз меньше, чем у звезд этого типа.

Постепенно, в течение многих месяцев, новая звезда успокаивается, и ее спектр снова приобретает вполне нормальный вид.

Новые звезды называют иногда взрывающимися звездами. Вряд ли такое название удачно. Оно создает ложное впечатление, что новые звезды переживают непоправимую катастрофу, взрываясь, как атомная бомба. На самом же деле вспышка обходится новой звезде сравнительно дешево — сброшенная ею газовая оболочка составляет лишь одну стотысячную долю обшей массы звезды. Поэтому грандиозная по земным масштабам катастрофа имеет для новой звезды в буквальном смысле слова поверхностный характер и, конечно, вовсе не приводит ее к полному разрушению.

Вспыхнула новая звезда, сбросив с себя при этом некоторое количество раскаленных газов. Разлетаясь от звезды, они через какое-то время окутывают сжавшуюся новую звезду в виде небольшой светлой туманности.

В некоторых случаях туманности вокруг бывших новых звезд напоминают по форме планетарные туманности. Есть, однако, между ними существенное различие— масса планетарной туманности примерно в сто раз больше, чем масса газов, выброшенных при одной вспышке новой звезды.

Может быть, каждая новая звезда вспыхивает не один, а много раз в своей жизни; в этом случае газовые оболочки звезды постепенно накапливаются в большую планетарную туманность.

Произведем несложные подсчеты. По данным статистики. в нашей Галактике ежегодно вспыхивает в среднем около ста новых

звезд. Если принять возраст Земли равным четырем миллиардам лет, то за все время ее существования должно вспыхнуть около четырехсот миллиардов звезд. Но в Галактике всего около ста пятидесяти миллиардов звезд. Значит, за время существования Земли либо каждая звезда Галактики (в том числе и Солнце) вспыхивала два-три раза, либо вспыхивают не все, а только некоторые из звезд, но зато по многу раз.

Правильно, конечно, второе. Солнце не вспыхивало раньше, иначе на Земле не было бы жизни. Не может оно вспыхнуть и впредь, о чем уже говорилось. Следовательно, вспыхивают, и притом многократно, только звезды определенного типа, которые мы называем «новыми звездами».

Как же часто повторяются вспышки новых звезд?

В 1933 году советские астрономы Б. В. Кукаркин и П. П. Паренаго подробно исследовали вспышки так называемых новоподобных звезд. Это действительно что-то вроде новых звезд в миниатюре. При вспышках их блеск возрастает на 3–5 звездных величин, а не на 11–14 звездных величин, как у новых звезд. Каждая вспышка занимает несколько часов, а затем в течение нескольких дней блеск новоподобной звезды постепенно уменьшается до того уровня, на котором он был до вспышки.

Новоподобные звезды вспыхивают не вполне регулярно. Указать точно день и час, когда произойдет очередная вспышка, невозможно. Но в среднем для каждой новоподобной звезды можно установить некоторый средний период между вспышками, который держится вполне устойчиво.

Б. В. Кукаркин и П. П. Паренаго нашли, что между амплитудой и средним периодом вспышек новоподобных звезд существует определенная зависимость. Оказалось, что чем продолжительнее средний период между вспышками звезды, тем больше амплитуда вспышек.

Например, новоподобные звезды, вспыхивающие в среднем каждые тридцать четыре дня, изменяются в блеске на 2,88 звездной величины. Те же из звезд, у которых вспышки повторяются в среднем через семьдесят один день, увеличиваются при этом в блеске на 3,05 звездной величины.

Повторяем, что во всем, кроме масштабов явлений, новоподобные звезды вполне напоминают новые звезды. Об этом свидетельствуют и те изменения, которые происходят в их спектрах. Естественно поэтому думать, что открытая двумя советскими астрономами взаимосвязь между средним периодом и амплитудой распространяется и на новые звезды.

Факты подтверждают эти выводы. Между типичными новыми и новоподобными звездами существует непрерывный переход. Он

заполнен звездами, называемыми повторными новыми. Среди них имеется, например, звезда Т Компаса, которая, подчиняясь найденному закону, уже вспыхнула за последние семьдесят лет четыре раза.

У новой звезды Т Северной Короны вспышка впервые наблюдалась в 1866 году. В максимуме блеска она стала звездой 2-й величины, а потом по фотоснимкам выяснилось, что до вспышки Т Северной Короны имела блеск звезды 11-й величины. При амплитуде в 9 звездных величин средний период между вспышками должен быть близким к восьмидесяти годам. И действительно, в 1946 году советский любитель астрономии А. С. Каменчук первым заметил незнакомую ему яркую звезду в созвездии Северной Короны — то была повторная новая звезда, вспыхнувшая точно по расписанию.

Применим теперь открытый закон к типичным новым звездам. Считая, что амплитуда их вспышки равна в среднем 12 звездным величинам, легко найти, что средний период между отдельными вспышками обычных новых звезд близок к пяти тысячам лет!

Не часто повторяют свои вспышки яркие новые звезды. Неудивительно поэтому, что за всю историю астрономической науки, насчитывающую три-четыре тысячи лет, не замечено, что какая-нибудь из очень ярких новых звезд снова вспыхнула. Но что новые звезды за миллиарды лет своего существования вспыхивают десятки и сотни тысяч раз — в этом нет сомнения.

Напрягите теперь ваше воображение и попробуйте наглядно представить себе то, о чем пойдет речь. Ничего более удивительного, фантастически грандиозного и непонятного мы в Космосе не знаем.

Сверхновые звезды — еще одно неуклюжее название, скрывающее за собой, быть может, самые мощные из наблюдаемых нами в природе изменений. Оно введено для обозначения тех звезд, вспышки которых невообразимо грандиознее вспышек обычных новых звезд.

В соседней с нашей Галактикой исполинской звездной системе, видимой в созвездии Андромеды, в 1885 году заблистала необыкновенная звезда. Ее вспышка во многом напоминала вспышки обычных новых звезд, но масштабы явлений были совсем иные. В максимуме блеска удивительная звезда сияла почти так же ярко, как вся звездная система, к которой она. принадлежала! Одна звезда сияла, как сотни миллионов солнц! Было чему удивляться не только человеку, далекому от астрономии, но даже и астроному-специалисту.

Сверхновые звезды — большая редкость. В среднем в каждой

звездной системе (галактике) только раз в четыреста лет вспыхивает одна сверхновая звезда. Может быть, это и неплохо. Если бы какая-нибудь из сверхновых звезд вспыхнула по соседству с Солнцем, ее излучение, возможно, нанесло бы вред обитателям Земли.

В нашей Галактике наблюдались вспышки нескольких сверхновых звезд. Одной из них была уже известная нам таинственная звезда Тихо Браге.

Есть основания полагать, что сверхновые звезды при вспышке увеличиваются в яркости на 20 звездных величин. Это означает, что их блеск изменяется в сто миллионов раз! Самые же яркие из сверхновых звезд сияли, как пятнадцать миллиардов солнц!

Анализ спектров сверхновых звезд показывает, что при вспышке эти «сверхзвезды» чудовищно раздуваются. Если бы Солнце превратилось в сверхновую звезду, то оно, раздувшись, охватило бы собой всю планетную систему. Это все равно как если бы булавочная головка раздулась до размеров, сравнимых со зданием Московского университета! Любопытно, что скорость расширения звезды достигает шести тысяч километров в секунду!

Столь невообразимо мощный взрыв сопровождается выделением колоссального количества энергии — 10^{50} эрг!

Допустите на мгновение, что за эту энергию мы должны были бы платить по той же, скажем, таксе, как и за электроэнергию. Какую же сумму пришлось бы тогда внести в воображаемый «космический банк»?

Может быть, вы подумали, что слитком золота величиной с земной шар задолженность была бы ликвидирована?

Ошибаетесь! Чтобы уплатить за вспышку одной сверхновой звезды, пришлось бы такие золотые земные шары вносить в банк каждую минуту в продолжение полутораста тысяч лет!

Не ожидали?

Увы, таковы «астрономические масштабы», которыми нас удивляет природа.

Как и новые звезды, сверхновые «чудовища» после своих вспышек оказываются окутанными газовыми туманностями. Только в данном случае они гораздо более мощны, чем у новых звезд. Примером их может служить знаменитая Крабовидная туманность, названная так за некоторое внешнее сходство с крабом.

Установлено, что Крабовидная туманность образовалась при вспышке в созвездии Тельца в 1054 году сверхновой звезды. Выброшенные звездой газы до сих пор продолжают расширяться со скоростью около 1300 километров в секунду. В настоящую эпоху поперечник Крабовидной туманности равен шести

световым годам, что в полтора раза больше расстояния от Солнца до ближайшей звезды — Альфы Центавра. Масса туманности в пятнадцать раз больше массы Солнца, то есть в полтора миллиона раз больше массы газовых оболочек, выбрасываемых новыми звездами. Все это подчеркивает грандиозность катастрофы, породившей Крабовидную туманность.

Крабовидная туманность.

Мы пока не знаем, что именно «взрывает» сверхновую звезду. Астрономы всегда обнаруживают катастрофу уже в «разгаре», когда причину обнаружить нелегко. Неизвестно так же, во что обращаются сверхновые звезды после своей вспышки. В центре Крабовидной туманности наблюдается необычная звездочка. По спектру выяснилось, что температура ее поверхности не ниже 14 тысяч градусов, а может быть, даже равна полумиллиону градусов.

Если это бывшая сверхновая звезда, то, видимо, для нее тысячелетие оказалось недостаточным, чтобы успокоиться и остынуть. Плотность звезды необыкновенно велика— наперсток, наполненный ее веществом, весил бы 300 килограммов!

Весьма возможно, однако, что видим мы не бывшую сверхновую звезду. По теории, защищаемой американским астрономом Цвикки, энергия вспышек сверхновых звезд не может быть объяснена обычными источниками звездной энергии. По мнению Цвикки, в процессе вспышки сверхновая звезда

сжимается так сильно, что электроны «втискиваются» в ядра атомов, где, соединяясь с протонами, образуют нейтроны, и, таким образом, после вспышки сверхновая звезда становится «нейтронной» звездой.

У такой звезды поперечник должен быть равен всего 10 километрам. Зато плотность ее так велика, что булавочная головка, сделанная из вещества нейтронной звезды, весила бы 100 тысяч тонн!

Теория Цвикки объясняет многие факты. К сожалению, сами нейтронные звезды пока недоступны прямому наблюдению — слишком далеки они от нас и слишком слаб их свет. Вот почему некоторые астрономы вообще сомневаются в их существовании.

Поживем — увидим. Увидим, быть может, нейтронные звезды, чудо из чудес, на которые способна природа.

Наше знакомство с тайнами звездных вспышек было бы неполным, если бы мы прошли мимо по-своему удивительных звезд типа UV Кита. Большую часть времени эта звезда имеет блеск звезды 15-й звездной величины, но иногда ее яркость возрастает на 3 звездные величины, причем в колебаниях блеска не было обнаружено какой-нибудь периодичности.

В сентябре 1952 года в одну из ночей блеск звезды UV Кита внезапно возрос на 2,5 звездной величины и затем снова спал до прежнего уровня всего за четыре минуты.

В ночь на 25 сентября того же года UV Кита снова вспыхнула, увеличившись в блеске за двадцать секунд на пять звездных величин, то есть в сто раз! Таких быстрых колебаний яркости ни у одной переменной звезды раньше не наблюдалось.

В настоящее время известно еще несколько звезд, похожих на UV Кита. Они необычайно быстро вспыхивают и вновь погасают, причем никакой регулярности в этом процессе не замечено.

Пока трудно объяснить, в чем причина этих вспышек. Может быть, у них есть много сходного, кроме масштабов, с известными нам хромосферными вспышками на Солнце. Академик В. А. Амбарцумян считает звезды UV Кита молодыми, еще не вполне сформировавшимися объектами. По его мнению, из недр этих звезд на их поверхность время от времени извергается «дозвездное вещество», распад которого сопровождается выделением большого количества энергии.

Все это — лишь догадки. Связь между отдельными типами вспыхивающих звезд еще полностью не выяснена. Тайны звездных вспышек во многом остаются пока нераскрытыми.

СТРАННЫЕ ТУМАННОСТИ

Наблюдатели XVIII века, разыскивая в бездне ночного неба интересные объекты, иногда обнаруживали крохотные слабосветящиеся круглые пятнышки, внешне несколько напоминающие диски планет. Однако их неподвижность по отношению к звездам показывала, что эти объекты находятся далеко за пределами солнечной системы. Тем не менее за свой внешний вид они были названы планетарными туманностями.

В настоящее время известно около трехсот этих необычных объектов. Большинство из них так далеко от нас, что на фотоснимках почти неотличимо от звезд. Только призма, поставленная перед объективом телескопа, выявляет различие: спектры планетарных туманностей не похожи на спектры звезд. В них на темном фоне выделяются яркие линии излучения, принадлежащие газам — водороду, гелию и атомам ионизированного кислорода.

Планетарные туманности не всегда похожи на диски планет. В большие телескопы ни одна из них не кажется равномерно освещенным правильным диском. Только в самых общих чертах и в немногих случаях можно говорить о кругообразной форме некоторых из туманностей. В большинстве же своем это неправильные по форме и неравномерные по яркости газовые облака, в центре которых, по-видимому, всегда имеется очень горячая звезда— ядро планетарной туманности.

Некоторые из планетарных туманностей сравнительно близки к Земле и потому даже в небольшие телескопы можно рассмотреть подробности их строения.

Вот, например, классическая планетарная туманность, видимая почти посередине между звездами γ и β из созвездия Лиры. Она находится от нас на расстоянии две тысячи двести световых лет, то есть почти в сто раз дальше Веги — главной звезды того же созвездия. Внешне туманность напоминает собой колечки дыма от папиросы, которые могут пускать искусные курильщики. Однако масштабы этих двух явлений, конечно, несоизмеримы. Светящееся зеленоватое «колечко» из созвездия Лиры имеет поперечник около 70 тысяч а. е., то есть в семьсот раз больший, чем диаметр нашей планетной системы. В центре кольцеобразной туманности из созвездия Лиры видна сравнительно яркая звездочка — ядро туманности.

Около трети всех известных планетарных туманностей принадлежит к числу кольцеобразных. Думать, что все эти газовые кольца случайно повернуты к нам «плашмя», а не ребром,

это значит верить в невозможное. Теория вероятностей совершенно исключает такое практически невероятное сочетание стольких случайностей. Кольцеобразные туманности повернуты к земному наблюдателю по-разному. Но если при этом они всегда сохраняют форму кольца, то, следовательно, на самом деле кольцеобразная туманность является огромным газовым шаром с очень толстой стенкой и почти полым внутри.

Когда мы смотрим на края такой туманности, наш взгляд проникает через большую толщу ее газовой «скорлупы», чем при наблюдении ее центральных областей. А чем большую толщу газа мы видим, тем более яркой эта масса газа нам кажется. Так и возникает иллюзия газового кольца.

Может быть, конечно, и другой случай. Представьте себе, что пространство между газовой оболочкой («скорлупой») планетарной туманности и ее ядром сплошь заполнено газом. Такая туманность уже не будет казаться кольцеобразной. Если к тому же внутри этой шарообразной газовой массы газы распределены неравномерно, а внешние, «поверхностные» слои туманности имеют сложную, нешарообразную форму, то планетарная туманность при наблюдении в телескоп может удивить астронома сложностью своей структуры.

Типичная планетарная туманность.

К числу таких некольцеобразных планетарных туманностей принадлежит широко известная туманность из созвездия Лисички. Легко различимая на черном фоне ночного неба даже в сильный бинокль, она кажется еле светящимся прозрачным облаком неправильной формы. На рисунках наблюдателей

прошлого века эта туманность по своей форме напоминает спортивный снаряд — гантель. Современные фотографии, сделанные с помощью крупных телескопов, обнаруживают ее в общем кругообразную форму с очень неоднородным распределением газов. Кстати сказать, по своему поперечнику туманность в созвездии Лисички почти втрое превышает кольцеобразную туманность в Лире.

А есть планетарные туманности, которые даже отдаленно не напоминают диски планет. Подобные аномальные (то есть ненормальные), необычные туманности недавно изучены советским астрономом Г. А. Гурзадяном.

При всем многообразии форм планетарных туманностей их объединяет нечто общее: сходство химического состава и наличие центральной звезды — ядра.

Нет сомнений, что каждая планетарная туманность тесно связана со своим ядром. Звезда-ядро не случайно находится в центре туманности. Другое дело те звезды, которые на снимках кажутся окружающими туманность.

Эти звезды на самом деле (в пространстве) не имеют ничего общего с планетарной туманностью. Они образуют фон, передний или задний, на котором и наблюдается туманность.

Какова же все-таки связь между планетарной туманностью и ее ядром?

Прежде всего заметим, что свой свет планетарная туманность заимствует от ядра. Но это заимствование — не простое отражение. Подсчитано, что планетарная туманность излучает света в сорок — пятьдесят раз больше, чем ее центральная звезда. Значит, здесь происходит нечто иное, чем отражение.

Ядра планетарных туманностей очень горячи. Это, пожалуй, самые горячие из известных нам звезд. Даже их поверхностные слои имеют температуру, близкую к 100 тысячам градусов, тогда как у Солнца и ему подобных звезд фотосфера имеет температуру всего около 6 тысяч градусов. При такой сверхраскаленности ядро планетарной туманности излучает энергию главным образом в форме невидимых глазом ультрафиолетовых лучей. Атомы туманности, поглотив ультрафиолетовые лучи центральной звезды, излучают затем потоки видимого глазом света. Благодаря такому переизлучению туманность и кажется несоразмерно яркой по сравнению со своим ядром.

Свечение планетарных туманностей, таким образом, холодное. Здесь, как и в кометах, мы снова встречаемся с люминесценцией — весьма распространенным явлением в мире небесных тел.

Планетарные туманности кажутся зеленоватыми. В их

спектре выделяются очень яркие зеленые линии, которые долгое время приписывались неизвестному на Земле веществу небулию. Слово «небулий» означает в переводе «туманный», и, когда астрономы назвали таинственное вещество небулием, от этого их знание, разумеется, не увеличилось. Только в 1927 году загадка небулия была разрешена. Тщательным анализом спектров туманностей было доказано, что небулий — это всем хорошо известный кислород. Астрономы его сразу не узнали только потому, что в планетарных туманностях он находится в ионизированном состоянии. Потеряв часть своих электронов, атом кислорода стал неузнаваем, как старый знакомый, неожиданно сбривший бороду и усы. Посылаемые ионизированным кислородом зеленые лучи, совсем нехарактерные для нормального кислорода, были сначала объяснены астрономами как лучи загадочного небулия.

На связь планетарной туманности и ее ядра указывает также другой факт. Планетарные туманности расширяются от ядра, как от некоторого центра. Конечно, из-за удаленности туманностей расширение непосредственно не видно. Его можно обнаружить, только исследуя спектр туманности. Но факт расширения несомненен. В среднем скорость расширения составляет два-три десятка километров в секунду. Это значит, что диаметр большинства планетарных туманностей должен увеличиться за столетие на две-три секунды дуги — величину, практически пока не обнаруженную.

Несомненно, однако, что через несколько десятков лет «раздутие» некоторых из планетарных туманностей можно будет увидеть по их фотоснимкам.

Итак, планетарные туманности расширяются во все стороны от своего ядра. Казалось бы, чего яснее: центральная звезда когда-то выбросила газы, которые со временем и образовали туманность.

Но тут-то и начинаются странные противоречия, выбраться из которых до сих пор еще не удалось.

Звезды, находящиеся в центре планетарных туманностей, можно разделить на два типа. Примерно половину из них составляют обычные, хотя и весьма горячие звезды, которые астрономы причисляют к спектральному классу О. По общим чертам своей природы напоминая наше Солнце, эти звезды отличаются от него, во-первых, значительно большими размерами и, во-вторых, более высокой температурой, которая на поверхности звезд класса О достигает 30 тысяч градусов.

Другая половина ядер планетарных туманностей — это звезды совершенно необыкновенные. По имени ученых, впервые

исследовавших их спектры, звезды такого типа называют звездами Вольф — Райе.

Большинство астрономов считает, что звезды Вольф— Райе буквально истекают газом. Их чрезвычайно пухлые, протяженные атмосферы состоят из атомов водорода, гелия и других элементов, непрерывно извергающихся в окружающее звезду мировое пространство. В отдельных случаях атомы, по-видимому, покидают свою звезду со скоростью, близкой к 2 тысячам километров в секунду!

Чудовищный по масштабам и непрерывно извергающийся газовый «дождь наизнанку» истощает звезду. Природа демонстрирует пример редкого расточительства, которое, конечно, неизбежно приведет к краху.

Нетрудно подсчитать, как это сделал советский астроном Н. А. Козырев, что за один год звезда Вольф — Райе выбрасывает такое количество вещества, которое по массе составляет около одной десятитысячной доли массы Солнца. Учитывая, что массы всех звезд мало отличаются друг от друга, можно сделать вывод, что «прожигание жизни», которое мы наблюдаем у звезд Вольф — Райе, может продолжаться не более ста тысяч лет.

По земным меркам сто тысяч лет — срок солидный. Но для звезд, продолжительность существования которых измеряется, по-видимому, десятками или сотнями миллиардов лет, сто тысяч лет — почти мгновение. Значит, если звезды Вольф — Райе не собираются полностью «рассосаться» в пространстве, если от них должно остаться что-то, напоминающее обычную спокойную звезду, то продолжительность безумного расточительства должна быть, очевидно, значительно меньшей, чем сто тысяч лет.

Мы пока не знаем, что именно заставляет некоторые из звезд вступать на путь гибельного расточительства. Но все факты говорят, что это расточительство является кратковременным эпизодом в их жизни.

Понять, почему звезды Вольф — Райе истекают газом, нетрудно. Ведь поверхность этих наиболее горячих звезд имеет температуру до 100 тысяч градусов. При такой температуре звезда излучает столь мощные потоки света и, в частности, ультрафиолетовых лучей, что световое давление со стороны поверхности звезды на ее атмосферу колоссально. Оно-то и «сдувает» атомы атмосферы в окружающее звезду мировое пространство.

Следует заметить, что некоторые астрономы не согласны с нарисованной сейчас картиной. По их мнению, как будто подтверждаемому некоторыми фактами, звезды Вольф — Райе вовсе не истекают газом, а особенности их спектра могут быть

объяснены некоторыми сложными физическими процессами, протекающими в атмосферах этих загадочных звезд. Вывод о молодости звезд типа Вольф — Райе не должен считаться бесспорным.

Итак, ядра планетарных туманностей — это либо звезды типа Вольф — Райе, либо более спокойные и менее горячие звезды спектрального класса О. Можно ли отсюда сделать вывод, что планетарные туманности неизбежно должны порождаться именно этими звездами?

Нет, нельзя. Есть много звезд, ничем не отличающихся от ядер планетарных туманностей, вокруг которых туманности отсутствуют. Значит, не все горячие звезды непременно образуют планетарную туманность. Да к тому же строение планетарных туманностей (в особенности кольцевых) показывает, что туманность могла возникнуть при каком-то внезапном и неравномерном извержении из звезды больших количеств газа. Между тем у звезд класса О атмосферы сравнительно спокойны, а у звезд Вольф — Райе истечение газа происходит на редкость равномерно.

Может быть, так происходило не всегда. Может быть, в прошлом звезды типа Вольф — Райе испытывали нечто вроде взрывов, что приводило к скачкообразному выбрасыванию из них газового вещества. Никаких, однако, прямых фактических подтверждений такое предположение пока не находит.

Как и звезды типа Вольф — Райе, планетарные туманности— это образования недолговечные. Расползаясь в разные стороны от центральной звезды, планетарная туманность со временем потеряет симметричную форму и превратится в небольшую так называемую диффузную туманность — межзвездное облако разреженных газов с неправильными очертаниями, напоминающими земные облака. Подсчеты показывают, что превращение планетарной туманности в диффузную неизбежно совершится за короткий в астрономическом масштабе срок — какие-нибудь десять тысяч лет. Возможно, что за это время ее ядро остынет, «успокоится» и из звезды типа Вольф — Райе превратится в звезду класса О.

Факты как будто подтверждают эту мысль. Чем больше планетарная туманность, чем неправильнее ее форма и очертания, тем в среднем холоднее ее звездное ядро.

Трудно предполагать, что мы случайно появились на свет как раз в ту эпоху, когда возникли планетарные туманности. Гораздо вероятнее предположить, что процесс образования планетарных туманностей совершается непрерывно. Эти странные объекты и в далеком прошлом, и в настоящем, и в будущем возникали,

возникают и будут возникать.

Нам, в общем, ясно, чем кончается жизнь планетарной туманности. Мы можем даже приблизительно указать дату рождения любой из них. Но сам акт рождения остается пока в тени. Мы не знаем, как и из чего рождаются планетарные туманности. Мы хотели бы глубже узнать подробности их жизни и уничтожения. А пока приходится считать эти странные туманности одними из наиболее загадочных представителей звездного мира.

ВОЗНИКАЮТ ЛИ ЗВЕЗДЫ В НАШИ ДНИ?

Трудно указать в окружающей нас природе что-нибудь более неизменное, чем звездное небо. Как будто безжалостный поток времени, все сметающий на своем пути, не касается звезд. Та же Большая Медведица, по которой древние финикийские мореходы отыскивали путеводную Полярную звезду, украшает небо и нашей эпохи, созвездие Ориона, о котором писал еще Гомер, встречается в том же виде и на современных звездных картах. Неудивительно поэтому, что древние, подметив неизменность небес, противопоставили их «бренному» изменчивому земному миру.

Постоянство звездного неба на самом деле только кажущееся. Те далекие солнца, которые мы называем звездами, летят в пространстве со скоростями в десятки и даже сотни километров в секунду. Только чрезвычайная удаленность звезд делает эти движения почти неощутимыми, незаметными для человеческого глаза.

Но пройдут сотни тысяч лет, и звездное небо станет неузнаваемым. Теперешние созвездия уступят место новым, быть может, с еще более замысловатыми очертаниями. «Новой» Земле, постаревшей за это время, будет соответствовать и новое небо.

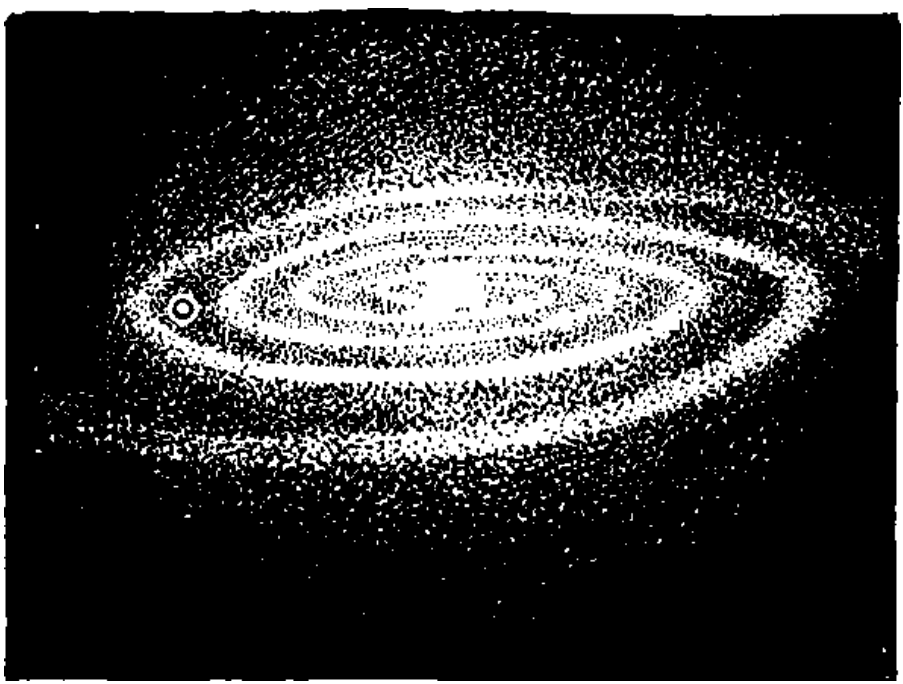


Схема строения нашей Галактики.

Разумеется, время не щадит и звезды. Никто теперь не утверждает, что звезды вечны. В окружающем нас мире ничто не вечно, кроме вечно движущейся и вечно изменяющейся материи — основы всех вещей. Значит, и любая из звезд когда-то возникла и когда-то исчезнет, то есть превратится в то, что уже нельзя будет назвать звездой. Проблема, которую пытается разрешить современная астрономия, заключается не в том, изменяются ли звезды (что бесспорно), а в том, как они рождаются, живут и погибают.

Звезды не хаотично разбросаны в пространстве. Они образуют гигантские звездные системы, называемые галактиками. К одной из галактик в качестве рядовой звезды принадлежит и наше Солнце.

На рисунке изображена схема строения нашей Галактики. В нее входит около ста пятидесяти миллиардов звезд, а также туманности и межзвездные облака космических газов. Основная масса звезд Галактики образует в пространстве скопление, напоминающее чечевицу. Плоскость, проходящая через ребра этой «чечевицы», называется плоскостью галактического экватора.

Диаметр исполинской «звездной чечевицы» так велик, что от одного ее края до другого луч света должен лететь около восьмидесяти пяти тысяч лет. Солнце находится ближе к краю, чем к центру Галактики, от которого его отделяет расстояние в двадцать три тысячи световых лет.

За последнее время стало ясно, что как отдельные звезды, так и облака межзвездного газа могут удаляться на значительные расстояния от плоскости галактического экватора. «Звездная чечевица» оказывается, таким образом, окутанной колоссальным сферическим облаком из газов и звезд, которому присвоено название короны Галактики. Подчеркнем, что корона весьма разрежена — в единице объема пространства там встречается гораздо меньше звезд, чем внутри «звездной чечевицы».

Галактика — образование не статическое, а динамическое. Миллиарды звезд, ее составляющие, обращаются вокруг центра Галактики, где мощное, плотное и почти сферическое скопище звезд образует так называемое галактическое ядро.

Иначе и не могло быть. Если бы звезды не двигались вокруг центра Галактики, то все они благодаря действию тяготения попадали бы на галактическое ядро, которое, в свою очередь, стремилось бы максимально сжаться к галактическому центру. Что из этого получилось бы, трудно сказать. Во всяком случае, таких «спрессовавшихся» галактик мы нигде не наблюдаем.

Солнце вместе с планетами обходит центр Галактики за сто девяносто миллионов лет. Назовем этот промежуток времени

космическим годом. Измерять такой исполинской меркой жизнь отдельного человека или даже всего человечества нецелесообразно. Это почти то же, что выражать диаметр атома в километрах. Но для жизни звезд космический год — вполне подходящая единица времени. В жизни звезд космический год имеет примерно то же значение, что и обычный, земной год в человеческой жизни. Поэтому космический год позволит нам нагляднее представить себе молодость и старость звезд.

Современные зарубежные ученые-идеалисты согласны с тем, что звезды изменчивы и не вечны. Но происхождение звезд они представляют себе так, что с их взглядами ни один здравомыслящий ученый, стоящий на позициях материалистического понимания природы, согласиться не может. Например, астроном в рясе, епископ Леметр, утверждает, что все звезды родились почти одновременно и что дата рождения звезд и звездных систем, отделенная от настоящего времени несколькими миллиардами лет, совпадает с актом творения всего мира «надмировым» духовным существом — богом.

Советские астрономы противопоставляют этим идеалистическим измышлениям изучение реальной природы, исследование фактов, которые проливают свет на очень сложный, но вполне разрешимый вопрос о возникновении, развитии и гибели звезд.

А факты упрямо заявляют, что звезды, наблюдаемые нами в настоящую эпоху, имеют разный возраст.

Возьмем, например, Солнце. Оно, во всяком случае, старше Земли, возраст которой, найденный самыми различными способами, составляет около трех миллиардов лет. По недавним исследованиям напластований в земной коре установлено, что за полтора-два миллиарда лет излучение Солнца практически не изменилось. Это значит, что Солнце существует по меньшей мере десяток, а может быть, и несколько десятков миллиардов лет. В космических масштабах времени нашему Солнцу примерно сорок — пятьдесят космических лет. Значит, звезда, дающая нам жизнь, принадлежит к звездам среднего возраста.

Иное дело звезды типа Вольф — Райе, с которыми мы уже познакомились. Их никак нельзя считать «взрослыми» звездами. Это на редкость расточительные, «проматывающие» свою массу «младенцы».

Если вы знаете, что весь капитал вашего приятеля исчисляется, скажем, тысячью рублями, а источниками пополнения своего капитала он не располагает, но тем не менее каждый час тратит 100 рублей, то вы вправе сделать вывод, что это неразумное расточительство продолжается никак не больше

десяти часов.

Аналогичные рассуждения приложимы и к звездам типа Вольф — Райе. Возможные запасы их «капитала»-массы нам известны. Ведь массы звезд ограниченны. Не может быть звезд с массой, например, в тысячу раз большей, чем масса Солнца. Такие сверхмассивные звезды, «распираемые» изнутри световым давлением, не могут быть устойчивыми. Они неизбежно распадутся на звезды меньшей массы. Теория и наблюдения показывают, что масса наиболее крупной звезды только в несколько десятков раз превышает массу Солнца.

Итак, потенциальные, возможные запасы массы звезд типа Вольф — Райе ограниченны. Они не могут быть больше, чем несколько десятков солнечных масс. Не «смущаясь» этим, звезды типа Вольф — Райе, как уже говорилось, ежегодно выбрасывают в пространство в виде потоков раскаленных газов такое количество вещества, которое составляет одну стотысячную или даже одну десятитысячную долю солнечной массы.

Чем массивнее звезда, тем быстрее она должна терять свою массу, таково неизбежное следствие законов физики. Значит, прежде звезды типа Вольф — Райе проявляли еще большую расточительность, чем теперь. Следовательно, звезды типа Вольф — Райе существуют не более миллиона лет, а скорее всего даже гораздо меньше — несколько сотен тысяч лет.

Можно космический год разделить на двенадцать космических месяцев или на триста шестьдесят пять космических дней. Тогда получается, что звезды типа Вольф — Райе имеют возраст один-два космических дня. Эти звезды, по-видимому, действительно «новорожденные младенцы», совсем недавно (в астрономическом смысле слова) появившиеся на свет.

Звезды теряют свою массу не только за счет выброса газов. Мы уже говорили, что в недрах Солнца и звезд совершаются сложные ядерные процессы, при которых часть вещества превращается в излучение («дефект массы»). Напомним, что каждую секунду Солнце превращает в излучение 4 миллиона тонн своего вещества. При колоссальной общей массе Солнца такой расход почти неощутим. Но есть звезды, у которых в излучение превращается несравненно большее количество вещества. Это звезды-гиганты, массы которых в десятки и даже сотни раз превышают массу Солнца. Опять и здесь проявляется тот же закон: чем массивнее звезда, тем большее количество вещества превращает она в излучение, тем, следовательно, больше ее светимость, то есть количество излучаемого света.

В конце концов для продолжительности жизни звезды неважно, как именно она теряет свое вещество — превращает ли

его в потоки света или выбрасывает в виде потоков газов. Результат один — истощение звезды. Некоторые гигантские звезды так «усердствуют» в испускании света, что их возраст, найденный уже известными нам методами, никак не может превысить нескольких тысяч лет. Это также «младенцы» в мире звезд. К их числу относится, возможно, гигантская звезда Ригель из созвездия Ориона.

Немного постарше звезды спектрального класса О. Их возраст можно оценить примерно в один или не сколько миллионов лет. Иначе говоря, самым взрослым из этих младенцев не может быть больше одной-двух космических недель.

Еще старше более холодные звезды с температурой поверхности 15–20 тысяч градусов, принадлежащие к спектральному классу В. В космической шкале времени их возраст исчисляется несколькими космическими месяцами.

Есть юные звезды возрастом пятнадцать — двадцать космических лет. Встречаются и молодые звезды, в расцвете сил, возраст которых близок к тридцати космическим годам. Существуют и звезды-старички, возраст которых может в несколько раз превышать возраст Солнца.

Итак, звезды имеют разный возраст — от нескольких космических дней до сотен космических лет. Значит, возникли они не одновременно, а в разные эпохи. Так как нет никаких оснований утверждать, что процесс возникновения звезд закончился несколько космических дней назад, когда возникли звезды типа Вольф — Райе и другие им подобные гиганты, то вывод из перечисленных фактов можно сделать только один: звезды возникают и в наши дни. Процесс звездообразования, совершающийся в нашей Галактике уже сотни миллиардов лет, продолжается и поныне и будет продолжаться впредь неопределенно долго.

Но, установив это, мы должны ответить на другой вопрос: из чего и как возникают звезды?

В 1947 году известный советский астроном академик В. А. Амбарцумян открыл звездные ассоциации. Этим термином были названы группировки однотипных или близких по свойствам звезд, объединение которых в ограниченном и сравнительно небольшом объеме пространства нельзя считать игрой случая.

В настоящее время известны два типа звездных ассоциаций: так называемые О-ассоциации и Т-ассоциации.

Первые из них представляют собой группировки горячих гигантских звезд, к которым, в частности, принадлежат уже знакомые нам звезды спектрального класса О (отсюда и название О-ассоциации) и звезды типа Вольф — Райе. Ассоциации второго

типа получили свое обозначение от звезды Т из созвездия Тельца, обладающей, как и другие звезды такого же типа, не совсем обычными свойствами.

Прежде всего, звезда Т Тельца не горячий гигант, а холодный карлик. Другой характерной ее особенностью является изменение блеска. В отличие от Солнца количество света, излучаемого этой звездой, непрерывно меняется. Судя по ее спектру, колебания блеска вызваны нерегулярными, но частыми выбросами и в атмосферу звезды раскаленных и яркосветящихся газов ее недр.

Звезды типа Т Тельца — удивительно беспокойные, «неустановившиеся» звезды. Неправильные колебания их видимого блеска, возможно, указывают на сравнительную молодость этих звезд. Из них и состоят Т-ассоциации.

Между двумя типами звездных ассоциаций нет непроходимой грани. Некоторые из близких к Земле О-ассоциаций одновременно являются и Т-ассоциациями. Возможно, что в будущем этот факт поможет понять, как развиваются звезды.

Поиски ассоциаций — дело не простое. Небольшое количество звезд, образующих ассоциацию (обычно число самых ярких из них не превышает двух-трех десятков), подчас совершенно теряется на общем звездном фоне других звезд Галактики. Неоценимую помощь в таких поисках оказывает спектральный анализ. Спектры звезд обоих типов звездных ассоциаций резко выделяются среди спектров других звезд. Именно поэтому остается пока неясным, принадлежат ли к звездным ассоциациям звезды других достаточно обыкновенных типов. Выделить среди заурядных звезд те, которые не только видны в направлении ассоциации, но и реально принадлежат к ней, не так-то легко.

Представьте себе на минуту, что все звезды, кроме тех, которые объединены в ассоциации, исчезли. В таком случае на черном фоне ночного неба мы увидели бы только отдельные группировки некоторых сходных по физическим свойствам звезд — звездные ассоциации. Звезды каждой из ассоциаций близки не только на небе, но и в пространстве. Звездные ассоциации не только видимые, но и действительные объединения звезд.

Объем пространства, занимаемого звездной ассоциацией, очень велик. Поперечники звездных ассоциаций заключены в пределах от тридцати до двухсот световых лет. И все же расчеты показывают, что объединение звезд в ассоциации не случайно.

Приходилось ли вам, гуляя по улицам Москвы или другого большого города, случайно встретиться в одном месте и одновременно с тридцатью или сорока своими знакомыми, для каждого из которых эта встреча была также неожиданной? Вряд

ли. Ведь это по здравому житейскому смыслу невероятное или, лучше сказать, крайне маловероятное событие. Еще менее вероятно случайное объединение звезд в ассоциации: ведь в Галактике «населения» (звезд) в тридцать тысяч раз больше, чем жителей Москвы. К тому же и движение звезд упорядоченное, совершаемое в основном вокруг центра Галактики, что также сильно уменьшает вероятность случайных встреч.

Звездные ассоциации — не случайные объединения звезд. Но, с другой стороны, эти объединения и недолговечны. Благодаря большим размерам ассоциации и небольшому количеству принадлежащих ей звезд ассоциация сравнительно быстро «рассосется» среди других звезд Галактики. Звезды ассоциации, более близкие к галактическому ядру, движутся вокруг него быстрее, чем более далекие. В результате через некоторое время ассоциация растянется в направлении движения всех звезд, а затем и вовсе распадется.

Распаду ассоциации содействует также притяжение окружающих звезд.

Самое любопытное это то, что распад ассоциации должен совершаться очень быстро. По исследованиям В. А. Амбарцумяна, любая из ассоциаций неизбежно должна распасться за несколько десятков миллионов лет. Но если наблюдаемые нами ассоциации еще не распались, то, значит, они возникли в астрономическом смысле недавно, — не более, чем несколько десятков миллионов лет назад, то есть возраст их исчисляется несколькими космическими месяцами.

Начиная с 1952 года астрономы обнаружили, что некоторые из ассоциаций расширяются, причем это расширение нельзя объяснить действием тяготения галактического ядра и окружающих ассоциацию звезд. Здесь происходит иное. Создается впечатление, что звезды ассоциации расходятся в разные стороны от ее центральной области со скоростями близкими в среднем к 5 — 10 километрам в секунду. Можно подсчитать, «продвигаясь назад по времени», когда именно звезды ассоциации начали свое расширение из некоторого очень небольшого объема пространства. Если это начало расширения отождествлять с возникновением ассоциации, то оказывается, что у некоторых явно расширяющихся ассоциаций возраст измеряется всего несколькими миллионами лет!

В. А. Амбарцумян считает, что такое расширение из некоторого «центра» есть свойство всех ассоциаций. Оно, разумеется, может только содействовать распаду ассоциации. Но, «растворившись» после распада ассоциации среди других звезд Галактики, принадлежавшие ей звезды сохраняют ту скорость, с

которой они когда-то покинули центр ассоциации. Эта скорость всегда сочетается с гораздо большей скоростью движения звезд вокруг центра Галактики. Поэтому «собственные», или, как их называют, пекулярные, скорости звезд, достаточно хаотичные, почти не мешают общему и в целом стройному обращению всех звезд Галактики вокруг ее ядра.

Из того, что мы знаем о звездных ассоциациях, напрашивается естественный вывод: по крайней мере некоторые звезды возникают не поодиночке, а группами, и эти группы «новорожденных» звезд образуют затем то, что мы называем ассоциациями.

Все ли звезды Галактики возникают в виде ассоциаций?

Можно произвести такой подсчет. Исходя из количества открытых звездных ассоциаций можно подсчитать, что в Галактике в данный момент содержится (в нераспавшемся, разумеется, виде) около тысячи О-ассоциаций и около ста тысяч Т-ассоциаций. Принимая, что возраст каждой ассоциации равен (в среднем) десяти миллионам лет, а в каждой ассоциации содержится тысяча звезд, можно легко прийти к выводу, что за десять миллиардов лет (что соответствует в среднем возрасту самых старых звезд) через ассоциации должно образоваться примерно столько же звезд, сколько их фактически имеется в Галактике.

Расчет этот, конечно, грубо приближенный. Он скорее может быть назван прикидкой. Но результат его очень важен — оказывается, все звезды Галактики могли пройти через стадию звездных ассоциаций, прежде чем стали отдельными, «самостоятельными» звездами. Поэтому весьма вероятно, что возникновение звезд в виде ассоциаций есть общий и единственный (по крайней мере, в нашей Галактике) путь возникновения звезд!

Если это так (что окончательно выяснится только в будущем), то тогда особенно интересным становится вопрос: из чего возникают звезды?

Надо сознаться, что ответа на этот вопрос еще не найдено. Бесспорно, что звезды возникают и в наши дни, весьма вероятно, что все они возникают не поодиночке, а сравнительно тесными группами, но какая форма материи служит «родительницей» звезд, пока неясно.

Туманность Конская Голова.

Внутри звездных ассоциаций мы не видим никаких тел, которые можно было бы принять за материал, из которого сформировались звезды. Нет никаких следов материала и в тех местах ассоциации, откуда почему-то разбегаются во все стороны ее звезды. Но ведь из чего-то звезды должны возникнуть, и это что-то должно себя как-то проявить?

По мнению В. А. Амбарцумяна и его последователей, звезды, образующие ассоциации и туманности, возникли одновременно из особых, как он называет, дозвездных тел, или протозвезд. Эти объекты являются, пожалуй, наиболее таинственными небесными телами. Их не видно ни в один телескоп, они пока решительно ничем себя не проявили и, по-видимому, являются какой-то новой, неизвестной нам формой материи. Существуют ли они в действительности, покажет будущее.

Возможно, что некоторые звезды возникают и иначе. Их «родителями» являются не таинственные дозвездные тела, а уже знакомые нам межзвездные облака пыли и газа.

Образование небесных тел из разреженного вещества путем его сгущения — это, пожалуй, самая распространенная идея космогонистов всех времен. Реальная возможность такого процесса на примере планет солнечной системы доказана в последнее время работами академика О. Ю. Шмидта и его учеников.

Применима ли, однако, эта идея к звездам?

Почти одновременно с открытием звездных ассоциаций, в том же 1947 году, американский астроном В. Бок заметил странные образования, названные глобулами. На фоне звездной россыпи Млечного Пути они выглядят как маленькие удивительно круглые темные пятнышки, по своим оптическим свойствам близкие к темным туманностям.

Больше всего их видно на фоне звездных облаков созвездий Стрельца, Щита и Змееносца. В тех созвездиях, где фон Млечного Пути слабее, глобул меньше, возможно, потому, что здесь их труднее обнаружить.

Дальнейшие исследования показали, что глобулы представляют собой огромные холодные шары, состоящие, по-видимому, из пыли, возможно, с некоторой примесью газа. Наименьшие из глобул имеют поперечник в 5 тысяч а. е., то есть в две тысячи пятьсот раз больше, чем диаметр земной орбиты, и в пятьдесят раз больше поперечника нашей планетной системы (если считать ее границей орбиту Плутона). Самые большие из глобул примерно в десять раз больше наименьших из них.

Чем больше глобула, тем она прозрачнее. Возможно, что это указывает на постепенное сжатие глобул, в результате которого их плотность возрастает, а прозрачность уменьшается.

Могут ли глобулы, сжимаясь, превратиться в звезду?

Недавние расчеты московского астронома Е. Л. Рускол показали, что если глобула состоит в основном из газа с небольшой примесью пыли и если ее масса составляет несколько солнечных масс, то глобула может сконденсироваться в одну или несколько звезд.

С другой стороны, некоторые из зарубежных астрономов (Шпитцер, Уиппл) полагают, что межзвездные пылевые туманности обязательно должны конденсироваться в глобулы, а затем в звезды.

Представьте себе две пылевые частички межзвездного пылевого облака. Со всех сторон в них «ударяются» излучения звезд. Но в пространстве между частицами плотность звездного излучения меньше — ведь здесь частицы несколько «экранируют», затемняют друг друга. В результате световое давление заставит частицы сблизиться друг с другом, и пылевое облако начнет

конденсироваться в отдельные устойчивые образования — глобулы.

Все это пока еще гипотезы. Между самой маленькой из глобул и самой крупной из звезд большой разрыв прежде всего в размерах. Как именно холодная глобула могла бы превратиться в раскаленную звезду, пока неизвестно.

Следует, однако, отметить, что современные астрономы очень близко подошли к решению загадки возникновения звезд. За последнее время все больше и больше открывается фактов, которые должны помочь в недалеком будущем обнаружить то, из чего возникают звезды.

Особенно удивительна история с открытием странных объектов в туманности Ориона.

Началась она совсем недавно — несколько лет назад. Зарубежные астрономы Г. Хербиг и Г. Аро независимо друг от друга открыли семь странных небесных тел. На площади не больше 5 квадратных градусов, частично охватываемой знаменитой туманностью Ориона, где, кстати сказать, имеется много звезд типа Т Тельца, были замечены маленькие светлые туманные сгущения почти звездообразного вида. Создается впечатление, что это какие-то необычные звезды, окруженные маленькими газовыми туманностями. Впрочем, уверенно сказать, что внутри загадочных туманных объектов имеются звезды, еще нельзя — нет достаточных данных, проверенных наблюдениями.

Самое удивительное заключается в том, что внутри двух туманных сгущений Хербиг совершенно отчетливо обнаружил неожиданное и быстрое появление довольно ярких (в сравнении с туманностями) звезд.

Сначала Хербиг не верил своим глазам. Но тщательный анализ фотографий не оставил сомнений в том, что здесь действительно появились какие-то никому ранее не ведомые звезды. На снимке 1947 года их не видно вовсе. На фотографии, полученной в конце 1954 года, то есть через семь лет, отчетливо видны две таинственные звезды. На всех последующих снимках, полученных до конца 1956 года, обе звезды оставались неизменными.

Считать эти небесные тела обычными новыми звездами нельзя — их спектры, цвет и другие характеристики совсем иные, чем у новых звезд. Трудно причислить их и к обычным переменным звездам — ни по характеру изменения блеска, ни по другим своим качествам они не похожи на известные нам переменные звезды.

Остается сделать вывод, что в данном случае буквально на наших глазах возникли уже в настоящем смысле слова новые

звезды. Возможно, что до 1947 года блеск их был так мал, что уловить его в современные телескопы было нельзя.

А потом очень быстро яркость этих звезд возросла, тогда-то их и увидел Хербиг.

Г. Хербиг и В. А. Амбарцумян рассматривают эти загадочные образования как начальную стадию развития звезд типа Т Тельца. Иначе говоря, по их мнению, возникновение звезд или, по крайней мере, самые ближайшие последствия этого акта стали наблюдаемым фактом.

Возможно, что это так. Вселенная, уступая натиску науки, постепенно приоткрывает завесу над своими тайнами. Придет время, и оно уже недалеко, когда человек будет знать процесс возникновения звезд не хуже, чем процесс собственного рождения.

О КОНЦЕ, ЗА КОТОРЫМ ДОЛЖНО СЛЕДОВАТЬ НАЧАЛО

Жизнь человека занимает во времени некоторый отрезок. Один его конец отмечает рождение человека, другой— смерть. То же можно сказать и о любом живом организме и даже, более того, о любом отдельно взятом объекте, будь то атом, камень или планета.

«Все возникающее достойно гибели», — говорили древние философы. Ни одна из вещей, наблюдаемых нами в мире, не вечна. Она когда-то возникла, то есть имела начало, и, возникнув, рано или поздно неизбежно должна исчезнуть — таков конец всех вещей. Весь научный опыт человечества, вся многовековая человеческая практика подтверждает закон вечной изменчивости природы: возникающее должно погибнуть.

Все сказанное, относится, разумеется, и к звездам.

Возникнув однажды из какой-то дозвездной формы материи, каждая звезда должна прожить невообразимо долгую по человеческим меркам жизнь. Но ее жизненный путь, как и у человека, изображается во времени не лучом, исходящим из точки в бесконечность, а вполне определенным, но все же ограниченным отрезком.

Ни в чем, пожалуй, астрономы так не единодушны, как в вопросе о конце эволюционного пути звезд. Тут, собственно, и вопроса-то никакого нет. Рано или поздно, так или иначе, но каждая звезда непременно охладится и погаснет. Источники энергии, питающие звезды, только по земным масштабам кажутся неиссякаемыми. Время, однако, сделает свое дело — ядерные процессы, поддерживающие лучеиспускание звезды, иссякнут, и покрывшаяся вначале тонкой твердой корой погасшая звезда в конце концов превратится в огромный полностью затвердевший темный шар.

Можно спорить о том, какая форма агонии будет предшествовать этому концу. Некоторые астрономы полагают, что, исчерпав весь водород, звезда превратится в белого карлика. В состоянии белого карлика звезда может находиться очень долго — ведь расход энергии во внешнее пространство у этих звезд так невелик, что звезда может довольствоваться скудным запасом внутренней энергии.

Вещество белых карликов находится в так называемом вырожденном состоянии. Оно представляет собой смесь электронов и «ободранных» ядер атомов, находящихся под

большим давлением, — то, что астрофизики называют вырожденным газом. В этом хаосе главенствующая роль принадлежит электронам, тогда как ядра атомов фактически не влияют на свойства вырожденного газа.

Существуют большие различия между газом в обычном состоянии и вырожденным газом. Чтобы уменьшить объем обычного газа в восемь раз, надо во столько же раз (при неизменной температуре) увеличить его давление. Сжать во столько же раз, вырожденный газ гораздо труднее — для этого давление надо увеличить не в восемь, а в тридцать два раза.

У обычных звезд с увеличением массы объем возрастает. У белых карликов все наоборот: чем массивнее белый карлик, тем меньше его объем.

Белые карлики практически полностью состоят из вырожденного газа. По теоретическим расчетам, окутывающая их обычная газообразная атмосфера должна иметь толщину не более нескольких метров!

Трудно представить себе, что произойдет с белым карликом после его полного остывания. Каким образом вырожденный газ сможет превратиться в молекулярные соединения, которые должны образовать твердое тело погасшей звезды? А может быть, погаснув, белый карлик останется газовым? Все это загадки, еще далекие от полного разрешения.

Путь гибели звезды, нарисованный нами сейчас, вероятно, не единственный. Звезды и «рождаются» и «умирают» по-разному. Но какова дальнейшая судьба погасших звезд? Есть ли в природе силы, способные возродить к новой жизни эти остывшие звездные трупы?

Вопрос о судьбе погасших звезд — один из самых трудных в современной астрономии. О нем обычно избегают говорить в популярных книгах по астрономии. Но в книге, посвященной загадкам мироздания, эту великую загадку обойти нельзя.

Наши выводы о погасших звездах имели пока умозрительный характер. Подтверждаются ли они какими-нибудь фактами, наблюдениями?

Вряд ли нужно доказывать, что погасшая звезда — очень трудный объект для наблюдений. Ее нельзя увидеть ни в один самый мощный телескоп, но проявить свое присутствие она все же может.

Когда звезда перестает излучать свет, то у нее по-прежнему сохраняется масса. Расчеты показывают, что за всю свою долгую жизнь звезды превращают в излучение сравнительно небольшую долю своей первоначальной массы. Поэтому погасшие звезды должны быть телами массивными. Обращаясь вокруг центра

нашей звездной системы — Галактики, погасшие звезды своим притяжением должны оказывать влияние на движение еще «живых», светящихся звезд. По этому влиянию и можно приближенно подсчитать общую массу погасших звезд, которые входят в состав Галактики. Подобным методом может быть учтена и другая «темная материя», находящаяся в Галактике, но недоступная прямому наблюдению, — темные облака межзвездной пыли и газа.

По подсчетам, проведенным П. П. Паренаго в 1945 году, общая масса «темной материи» нашей звездной системы составляет долю от общей массы входящих в нее светящихся звезд. Выделить из этой общей массы «темной материи» ту часть, которая приходится на погасшие звезды, — дело будущего.

Несколько легче обнаружить звезды, не полностью погасшие, а погасающие. На некотором этапе своей агонии звезда должна испускать невидимые глазом инфракрасные тепловые лучи. Так, во всяком случае, ведет себя остывающий кусок раскаленного железа, который, доведенный до белого каления, начинает затем желтеть, потом становится красным и наконец вовсе перестает светиться, хотя тепло от него (то есть посылаемые им инфракрасные лучи) еще продолжает исходить. Может быть, подобным образом ведут себя и некоторые остывающие звезды. Тогда среди них должны найтись такие, основное излучение которых будет сосредоточено в инфракрасной части спектра.

Инфракрасные звезды существуют. Они были обнаружены сравнительно недавно на фотоснимках, полученных в инфракрасных лучах. Температура их поверхности близка к 1000 градусов. Но среди инфракрасных звезд есть колоссальные полностью газообразные звезды-гиганты, которые никак нельзя причислить к умирающим звездам. Наоборот, по-видимому, это звезды-«младенцы», еще только начинающие жить. Пока «старичков» среди инфракрасных звезд не обнаружено. Все это, конечно, усложняет загадку, и картина конечной стадии жизни звезд остается, к сожалению, столь же таинственной и скрытой от наших взоров, как и картина их рождения.

Мы в изобилии наблюдаем и другое — непрерывное разрушение звезд. На наших глазах звезды любого возраста безжалостно расточают свое вещество. Они выбрасывают его с поверхности в форме сверхбыстрых и покидающих поэтому звезду протуберанцев. Они испускают непрерывные потоки корпускул — ядер атомов различных элементов — и свободные электроны. Они, наконец, непрерывно превращают часть своего вещества в излучение, в те потоки света и тепла, которые и являются главным выражением жизнедеятельности звезды.

Но материя неуничтожима, и потому за «смертью» одних вещей должно следовать «рождение» других. Наблюдаемые нами процессы разрушения должны непременно где-то и когда-то сопровождаться противоположными процессами — процессами созидания и возрождения. С этих единственно верных принципиальных позиций и следует подходить к решению загадки о дальнейшей судьбе погибших звезд.

Здесь еще многое неясно. Сознаемся, что мы еще не знаем, как и во что превращаются «звездные трупы». В прошлом веке шведский астроном Сванте Аррениус полагал, что погасшие звезды могут затем, случайно столкнувшись, превратиться в молодую — новую — раскаленную звезду. По его мнению, вспышки так называемых новых звезд и есть вестники возрождения погибших миров.

Гипотеза Аррениуса не выдерживает критики. Во-первых, столкновения звезд крайне маловероятны, и если бы возрождение звезд происходило таким способом, наша Галактика, наверное, давно уже состояла бы почти только из погасших звезд. Во-вторых, вспышки новых звезд вызваны вовсе не столкновением «погасших солнц», а совсем другими причинами. К сожалению, другой способ возрождения погасших звезд нам пока неизвестен.

Лучше известна дальнейшая судьба того вещества и излучения, которые выбрасываются звездами в окружающее их пространство.

Газы, покинувшие звезды, рассеиваясь в межзвездном пространстве, образуют затем туманности и облака межзвездного газа. Возможно, что из газовых туманностей образуется твердая космическая пыль, которая совместно с газом выполняет роль «дозвездной материи» хотя бы для некоторых из звезд.

Выброшенные звездой корпускулы частично оседают на планетах (это мы видим в солнечной системе), частично дополняют собой межзвездную среду.

Что же касается потоков излучения, то, с первого взгляда, они беспредельно рассеиваются в бесконечной Вселенной без всякой надежды на какое-нибудь обратное возрождение.

Вещество превращается в свет — это мы видим на примере Солнца и за счет этого процесса мы и существуем. Но может ли происходить обратное, может ли свет превратиться в частицы вещества?

Современная физика отвечает на этот вопрос утвердительно. В естественных условиях (в космических лучах) и при лабораторных экспериментах «порция света»— фотон — иногда может превращаться в две частицы вещества — позитрон и электрон[6].

Излучение, свет может превращаться в вещество! Следовательно, энергия, излучаемая звездами, не пропадает бесследно, но где-то, говоря словами Энгельса, «она должна снова накопиться и функционировать».

Во Вселенной происходит вечный круговорот материи. На смену отжившим мирам возникают новые. Рождение и смерть всегда сопутствуют друг другу. За концом жизни звезды (как и любого предмета) обязательно должно следовать какое-то новое начало — ведь именно в этом и выражается круговорот вещей.

Мы еще не знаем, как выглядит картина круговорота материи хотя бы в наблюдаемой нами части Вселенной. В этой картине нам удается пока разглядеть лишь отдельные мазки. Но мы уверены, что круговорот материи не есть простое повторение уже пройденного этапа в ее развитии.

Нет, не простое и однообразное движение по кругу, а реальное восхождение по спирали — таково образное изображение круговорота материи, совершаемого во Вселенной.

Материя никогда не повторяется, и в этом выражается ее неисчерпаемость. То, что было, уже никогда полностью и во всех деталях не повторится. На новом этапе круговорота непременно возникнет что-то новое, небывалое.

Это усложняет задачу исследователя. Но это и дает ему уверенность в том, что во Вселенной нет конца, за которым бы не следовало какое-то новое, пусть пока неведомое, но вполне познаваемое начало.

ШАРЫ ИЗ ЗВЕЗД

Мы познакомимся теперь с такими объединениями звезд, которые по многим свойствам диаметрально противоположны звездным ассоциациям. Речь пойдет о так называемых шаровых звездных скоплениях.

Звездные ассоциации трудно выделить среди общего звездного фона. Наиболее близкие и яркие из шаровых звездных скоплений отлично видны в хороший бинокль и даже невооруженным глазом. Самым известным и, пожалуй, наиболее эффектным из них является шаровой звездный рой, видимый в направлении созвездия Геркулеса.

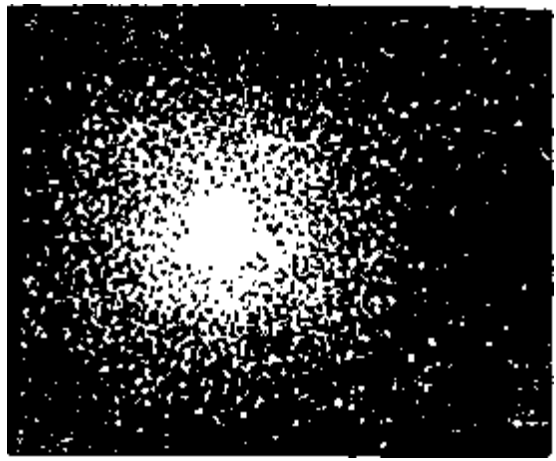
В телескоп средней силы он являет собой изумительное по красоте зрелище. Легко понять, но трудно ощутить, что перед вами редкая «диковинка» природы — многие десятки тысяч солнц, образовавших в пространстве по каким-то причинам колоссальный звездный шар.

В том же созвездии Геркулеса есть и второй шар из звезд, лишь немногим уступающий главному скоплению по яркости и красоте. Есть яркие шаровые звездные скопления в созвездиях Гончих Псов, Пегаса, Змеи и Стрельца. На южном небе выделяется шаровой звездный рой созвездия Центавра, в котором он хорошо виден даже невооруженным глазом, как маленькая туманная звездочка.

Всего в настоящее время известно сто шесть шаровых звездных скоплений. Есть основание думать, что почти все они уже открыты. В отличие от рассеянных звездных скоплений, типичным представителем которых являются общеизвестные Плеяды, шары из звезд — большая редкость. На каждое шаровое скопление нашей Галактики приходится сто пятьдесят — двести разнообразных рассеянных скоплений.

В небольшие телескопы шаровые звездные скопления выглядят круглыми туманными пятнышками. Такой же внешний вид имеют и кометы, когда они находятся вдалеке от Солнца.

Астрономов XVIII века, занимавшихся поисками новых комет, смущали эти подозрительно похожие на кометы объекты. Чтобы выяснить, действительно ли они открыли новую комету, надо было подождать несколько часов, а иногда и сутки. Если за это время пятнышко сместится среди звезд, значит, это комета, если же оно останется неподвижным, следовательно, произошла ошибка и за комету приняли шаровое звездное скопление или небольшую туманность.



Шаровое звездное скопление.

Чтобы избавить себя и своих коллег от этих досадных недоразумений, французский «ловец комет» астроном Мессье в конце XVIII века составил первый каталог звездных скоплений и туманностей. В него вошел сто один подозрительный объект, ни один из которых теперь уже не мог быть спутан с кометой. Сами туманности и скопления интересовали Мессье очень мало — с помощью своего небольшого телескопа никаких подробностей в этих объектах он рассмотреть не мог. Составленный им каталог был, собственно, списком помех, из которых самыми коварными были шары из звезд. Но обозначения каталога Мессье сохранились и в современной астрономии. Так, например, главное шаровое звездное скопление в созвездии Геркулеса имеет обозначение M13, что читается, как Мессье 13. Второй шар из звезд, видимый в том же созвездии, в каталог Мессье был занесен под номером 92 и потому имеет обозначение M92, и т. д.

Любопытно, что в каталоге Мессье наряду с шаровыми звездными скоплениями встречаются и такие объекты совершенно иной природы, как, например, диффузная газовая туманность Ориона (M42) или ближайшая к нам исполинская звездная система — туманность Андромеды (M31). Мессье не делал между ними различия — для его работы все это были одинаково досадные помехи!

Хотя на небе шаровые звездные скопления концентрируются к средней линии Млечного Пути (так называемому галактическому экватору), некоторые из них ветречаются и недалеко от галактических полюсов — точек неба, удаленных от галактического экватора на 90 градусов. Другой интересной особенностью видимого распределения звездных шаров является то, что большинство из них находится вблизи созвездия Стрельца,

в направлении которого, как известно, находится ядро нашей Галактики.

Все эти факты были объяснены после того, как удалось определить расстояния, отделяющие нас от шаровых звездных скоплений. К счастью, сделано это было сравнительно легко.

В шаровых звездных скоплениях много цефеид — пульсирующих звезд, с удивительной ритмичностью меняющих свои объем, температуру и яркость. Как уже говорилось, светимость цефеиды, то есть количество излучаемого ею света, тесно связано с периодом изменения ее блеска. Чем ярче и, следовательно, чем массивнее звезда, тем медленнее совершаются ее пульсации. Но период пульсации хорошо виден с Земли по изменению видимого блеска.

Определив период, находим светимость звезды, а зная светимость и видимый блеск, можно легко определить расстояние до цефеиды.

Шары из звезд оказались очень далекими объектами. Даже от самых близких из них свет до нас доходит за два-три десятка тысяч лет! От самого заметного из шаровых звездных скоплений в созвездии Геркулеса (M13) лучи света доходят до Земли за тридцать четыре тысячи лет! Иначе говоря, этот шар из звезд мы видим таким, каким он был во времена первобытного человека. Не подумайте, что за тридцать четыре тысячи лет что-нибудь существенно изменилось в этом скоплении; ведь в космической мере времени тридцать четыре тысячи лет — это всего полтора космических часа!

Некоторые шаровые звездные скопления так далеки, что они находятся фактически за пределами нашей Галактики, выполняя роль как бы ее спутников. К их числу относится, например, шаровое скопление в созвездии Рыси. Оно так далеко, что даже на фотоснимках с экспозицией в три часа, сделанных с помощью крупных современных телескопов, его невозможно разложить на отдельные звезды. И неудивительно — нас отделяет от него расстояние в сто семьдесят пять тысяч световых лет!

Основная часть шаровых звездных скоплений образует как бы костяк нашей Галактики. Их совокупность также напоминает собой шар невообразимо больших размеров. Внутри этого «шара из шаров», как в некоторой клетке, заключена главная часть звезд нашей Галактики.

Если бы мы могли наблюдать систему шаровых звездных скоплений из центра Галактики и если бы нашим наблюдениям не мешала межзвездная поглощающая свет материя, эта система казалась бы нам почти симметричной. По всем направлениям мы видели бы почти одинаковое число шаров из звезд. Но

фактически этого нет. Солнце вместе с планетами расположено в Галактике эксцентрично, благодаря чему и распределение шаровых звездных скоплений на небе кажется неравномерным.

Зная расстояние до скопления и его видимые размеры, легко найти действительный объем, занимаемый в пространстве данным звездным шаром. Выяснилось, что шаровые скопления почти однотипны — поперечники их отличаются друг от друга сравнительно мало. Самые меньшие из звездных шаров имеют поперечник, равный ста тридцати световым годам, наибольшие из них достигают в поперечнике трехсот световых лет. Иначе говоря, самые большие шаровые звездные скопления имеют диаметр в семьдесят пять раз больший, чем расстояние от Солнца до ближайшей из звезд — Альфы Центавра.

В таком относительно небольшом объеме пространства заключено непомерно большое количество звезд. Определить их общее число непосредственно нельзя — в центральных областях скопления отдельных звезд не видно. Но, измеряя количество света, которое излучает данный звездный шар, можно выразить силу его света в солнечных свечах, то есть приняв светимость Солнца за единицу. Тогда в среднем получается, что каждое шаровое скопление светит, как сто шестьдесят тысяч новых солнц. Значит, примерно столько же звезд образует каждый из звездных шаров.

Звездное население шаровых звездных скоплений своеобразно. Это преимущественно звезды-гиганты, среди которых, впрочем, нет очень горячих и сверхгигантских экземпляров. Наиболее яркие, бросающиеся в глаза звезды шаровых звездных скоплений — это холодные красноватые гиганты с температурой поверхности от 2 до 4 тысяч градусов. Многие из шаровых звездных скоплений богаты переменными звездами, в частности цефеидами.

Найти, как распределены звезды внутри скопления, не такое простое дело, как может показаться с первого взгляда. Ведь то, что мы видим на фотографии шарового звездного скопления, есть проекция звездного шара на плоскость, перпендикулярную к лучу зрения. Задача состоит в том, чтобы от видимого распределения звезд на плоской картине перейти к их распределению в пространстве.

Наиболее полно и обстоятельно эту задачу решил в 1949–1953 гг. московский астроном Н. П. Холопов. Его исследования показали, что распределение звезд внутри шаровых скоплений носит весьма сложный характер. Но, в общем, можно утверждать, что каждый звездный шар имеет плотное звездное ядро, по мере удаления от которого число звезд в единице объема быстро

уменьшается. Внешние, поверхностные слои скопления обладают другой особенностью: звезды распределены в них почти равномерно. Переход от плотного ядра к разреженной поверхности происходит постепенно.

Трудно подсчитать, насколько густо располагаются звезды в центре шарового звездного скопления. Но можно быть уверенным, что вид неба там совсем иной, чем на Земле.

Вообразите, что мы очутимся на какой-нибудь из неведомых нам планет, обращающихся вокруг одной из центральных звезд шарового скопления в Геркулесе. Дивное зрелище представляет собой там ночное небо! Тысячи звезд, превосходящих по своему блеску Венеру, усеивают небосвод от зенита и до горизонта. Иначе говоря, если бы на нашем земном небе все звезды, видимые невооруженным глазом, мы заменили бы звездами, по блеску не уступающими Венере, тогда, вероятно, наше небо могло бы сравниться с тем воображаемым небом, о котором мы говорим.

Вид неба из центра шарового скопления.

Добавьте к этому многие тысячи звезд более слабых, но, впрочем, иногда не уступающих по блеску Сириусу или Веге, и вы согласитесь, что наше небо не принадлежит к числу самых красивых.

Но у нас, жителей Земли, есть одно бесспорное преимущество перед обитателями центральных областей шарового скопления. Мы видим Вселенную несколько лучше, чем они. Несмотря на отсутствие в шаровых скоплениях пылевых и газовых туманностей, поглощающих свет, звезды скопления своим количеством и блеском оттесняют на второй план остальные звезды Галактики. Здесь сама природа располагает к ложному представлению о центральной роли во Вселенной именно этого звездного шара.

На периферии шарового звездного скопления картина неба иная, хотя и не менее феерическая. Одна его половина занята скоплением. Тут видно множество различных по яркости звезд. Другая половина неба должна казаться по контрасту какой-то мрачной черной бездной, в которой светятся лишь редкие звезды.

Есть ли существа, которые наблюдают и осознают эти картины, мы, конечно, не знаем. Возможно, что некоторые звезды шаровых скоплений окружены планетами, быть может, обитаемыми. Все это пока предмет догадок, а не точного знания. Но зато мы знаем, что движение звезд в шаровых звездных скоплениях может в отдельных случаях иметь сложный характер.

Представьте себе звезду, находящуюся где-то внутри звездного шара.

Можно доказать, что притяжение звезд, более далеких от центра скопления, чем данная звезда, влиять на ее движение не будет. Остается только действие более близких звезд.

Если звезда приближается к центру скопления или удаляется от него, то количество и общая масса влияющих на ее движение других звезд изменяется. Методами высшей математики можно найти, по какой же орбите в этом случае будет двигаться выбранная нами звезда. Оказывается, ее орбитами будут эллипсы, один из фокусов которых всегда совпадает с центром скопления, а другой движется в пространстве, как бы обращаясь вокруг того же центра. Теоретически возможно и другое движение звезд — их колебания по прямой, проходящей через центр скопления, колебания, при которых наибольшую скорость звезда получает, пролетая через центр скопления. Таким образом, и в отношении движения звезд шаровые скопления представляют собой образования необычные.

Некоторые из шаровых звездных скоплений не имеют строго шарообразной формы. Они слегка сплюснуты, что может быть вызвано вращением звездных шаров вокруг оси (вспомните о сплюснутости Земли и планет). Вращение это происходит, по-видимому, так медленно, что заметить его с помощью спектрального анализа пока не удалось.

В отличие от звездных ассоциаций шаровые звездные скопления имеют весьма почтенный возраст. Это, пожалуй, самые древние из всех образований, которые мы видим в Галактике. Звезды в них расположены так густо, что притяжение других звезд разрушить скопление практически не может. По подсчетам В. А. Амбарцумяна, звездные шары могут существовать без каких-либо коренных изменений биллионы лет. Трудно даже сказать, от каких причин они могли бы разрушиться.

Еще труднее узнать, как возникли удивительные шары из звезд. Замечено, что чем дальше расположено шаровое скопление от плоскости галактического экватора, тем больше его диаметр. Возможно, что этот факт связан с происхождением и развитием звездных шаров, но как именно связан — этого мы пока не знаем.

В отношении некоторых шаровых звездных скоплений есть подозрение, что это не составные части нашей Галактики, а пришельцы из других звездных систем — уж очень велики их скорости по отношению к центру Галактики. К тому же, как уже говорилось, некоторые из звездных шаров находятся далеко за границами нашей звездной системы, то есть фактически в межгалактическом пространстве.

Было время, когда пространство между галактиками считали почти идеальной пустотой. За последнее время в этом выводе пришлось усомниться. В некоторых случаях непосредственно видны исполинские светящиеся ленты, соединяющие между собой галактики, — так называемые межгалактические коридоры, состоящие, по-видимому, из звезд. В других случаях между галактиками могут встречаться облака разреженной газовой и пылевой материи.

Все то, что заполняет межгалактическое пространство, может быть названо межгалактической плазмой. Как считает профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов, в межгалактической плазме могут возникать, образовываться не только отдельные межгалактические звезды, но даже некоторые из шаровых звездных скоплений. По его мнению, то, что мы называем галактиками, есть просто сгущения в мировой плазме, в которых меньшие скорости вещества приводят к возникновению таких плотных тел, как звезды и планеты. В межгалактическом пространстве беспорядочные, или, как их называют, турбулентные, скорости вещества значительно больше. Поэтому и звезды, образовавшиеся где-то между галактиками, должны иметь большие собственные (пекулярные) скорости, чем звезды, составляющие огромные звездные системы.

Что же будет, если такие «межзвездные скитальцы» влетят в нашу Галактику? Они должны выдать свое происхождение как

необычным направлением движения, так и необычной, повышенной скоростью.

И ведь такие звезды есть! За последнее время советские астрономы П. П. Паренаго, Л. Л. Икауниекс, П. Г. Куликовский и другие открыли около двух десятков звезд, движущихся навстречу другим звездам Галактики. Они напоминают тех нарушителей общественного порядка, которые на катке движутся в сторону, обратную общему движению остальных конькобежцев.

Есть и такие звезды, которые как бы пронизывают нашу Галактику с огромной скоростью. Мы, конечно, не можем проследить, как такая «космическая пуля» вылетит из нашей звездной системы, но что это непременно должно рано или поздно произойти — в этом нет сомнения.

Некоторые из шаровых звездных скоплений ведут себя вроде описанных звезд. Значит, источник их происхождения надо искать вне нашей Галактики.

В 1945 году зарубежный астроном Мак-Лофлин опубликовал список новых звезд, вспыхнувших, по-видимому, не в каких-нибудь галактиках, а между галактиками. Сначала его список казался многим какой-то трудно объяснимой ошибкой. Но с тех пор получены новые факты, подтверждающие существование межгалактической плазмы, и теперь выводы Мак-Лофлина не кажутся столь удивительными.

Исследование мировой плазмы — интереснейшая проблема современной астрономии. Возможно, что решение многих загадок, волнующих исследователей Вселенной, заключено во взаимодействии галактик и межгалактической плазмы.

В мире нет безусловно изолированных вещей и явлений. Представление о Галактике, как о системе, изолированной от других ей подобных систем и межгалактической плазмы, надо считать безнадежно устаревшим.

ЗА ПРЕДЕЛАМИ МЛЕЧНОГО ПУТИ

В темные звездные ночи серебристой светящейся лентой опоясывает небо Млечный Путь. В поле зрения крупных телескопов он рассыпается на миллиарды звезд, то есть великое скопище солнц, многие из которых, быть может, окружены планетами с обитающими на них разумными существами.

Захватывает дух от этой грандиозной, не сравнимой ни с чем картины! Начинаешь не только понимать, но даже как будто чувствовать, что такое бесконечность. Но это иллюзия. Млечный Путь — лишь порог бесконечности. Самое великое по масштабам пространства и времени начинается там, по ту сторону Млечного Пути.

Млечный Путь — это основная часть населения Галактики. Он образован звездами, видимыми с Земли в направлении «ребра» нашей звездной системы. Именно в этом направлении луч зрения пронизывает наибольшую толщу звезд. В направлениях, перпендикулярных к экваториальной плоскости Галактики, звезд видно гораздо меньше.

Явление Млечного Пути вызвано как формой, строением Галактики, так и нашим расположением внутри нее. Если бы Галактика напоминала по своей форме и структуре шаровое звездное скопление, Млечного Пути не существовало бы. В этом случае звезды были бы разбросаны по небу почти равномерно. С другой стороны, если бы наша солнечная система находилась где-нибудь на краю Галактики, Млечный Путь выглядел бы не кольцом, опоясывающим все небо, а светящейся дугой, занимающей только одну из его половин. Другая же половина неба имела бы вид черной бездны, усеянной множеством туманных, различимых только в телескоп (за редким исключением) пятнышек — других галактик.

Чтобы отличить нашу звездную систему от других галактик, ей иногда присваивают собственное имя — Млечный Путь. Надо, конечно, не путать Млечный Путь в этом смысле с явлением Млечного Пути — той беловатой полосой, в виде которой мы наблюдаем с Земли главную массу звезд нашей Галактики.

Покинем же теперь не только Землю и солнечную систему, но и тот «звездный город», в котором Солнце выполняет роль рядовой звезды. Умчимся на крыльях воображения в те манящие звездные дали, которые скрыты серебристой пеленой Млечного Пути.

И вот мы уже далеко-далеко от Земли — в мире галактик. Нас окружают самые крупные из материальных систем, известных

пока человеку. Среди многих миллионов галактик, уже открытых человеком, нелегко найти Млечный Путь.

Подлетев к нему на расстояние в полмиллиона световых лет, мы отлично видим спиралеобразную структуру нашей звездной системы. Из галактического ядра как бы истекают исполинские звездные спирали, общие контуры которых, как и в других галактиках, очерчены гигантскими горячими, и потому очень яркими звездами.

Звездная спираль составляет только основную, центральную часть Млечного Пути. За границами спирали также видны облака из звезд, разделенные аморфным звездным «месивом».

Окраины нашей Галактики, кстати сказать простирающиеся весьма далеко от ее центра, лишены той стройности внешних форм, которые свойственны ее спиральной части. Как и в ряде крупных земных городов, наш «звездный город», обладая хорошо распланированным и красивым «центром», имеет неблагоустроенные «окраины».

Наше Солнце, как об этом астрономы узнали совсем недавно, находится вне спиральной структуры, на окраине (хотя и не на краю) Галактики.

Ложное представление о том, что звездные спирали некоторых галактик включают в себя все их звезды, вероятно, давно бы уже отпало, если бы земным астрономам не мешала атмосфера. Слабое свечение воздушной оболочки Земли даже в самые, казалось, прозрачные ночи сильно мешает изучению мира галактик.

Вот пример. Знаменитая туманность Андромеды, замеченная европейскими астрономами в XVIII веке, но, вероятно, наблюдавшаяся человеком еще ранее, кажется невооруженному глазу маленьким веретенообразным светящимся пятнышком. Однако с помощью особо чувствительных к свету приборов удалось установить, что на самом деле туманность Андромеды занимает на небе гораздо большую площадь. Излучение слабых, принадлежащих ей звезд заметно на расстоянии 3 градусов в обе стороны от центра туманности. С будущей заатмосферной обсерватории туманность Андромеды будет выглядеть еще большей.

На обычных и хорошо знакомых фотографиях этой соседней к нам галактики видна только ее центральная, спиральная часть, а аморфные «окраины» остаются неуловимыми. Но из этой точки пространства, куда занесло нас наше воображение, действительное строение галактики в созвездии Андромеды видно не хуже, чем и Млечного Пути. Удивительно схожи по строению, составу и другим свойствам эти два исполинских

«звездных города»!

Иногда астрономическая терминология очень сбивчива и запутанна. Вероятно, читателей, малоискушенных в астрономии, смутило название «туманность Андромеды». Поясним его происхождение.

Звездные системы, расположенные за пределами Млечного Пути, в небольшие телескопы кажутся с Земли туманными пятнышками. Поэтому-то их и называют туманностями. «Андромеда» — это название созвездия, сквозь звезды которого видна не имеющая к ним никакого отношения далекая галактика. Вот что значит туманность Андромеды.

Итак, две исполинские галактики-близнецы, разделенные расстоянием в шестьсот семьдесят тысяч световых лет, находятся сейчас в поле нашего зрения. А вот и второй наш сосед — спиральная галактика из созвездия Треугольника. Она представляет собой как бы уменьшенную копию нашего Млечного Пути, только хаотичности в ней, пожалуй, несколько больше.

Небесные тела редко обходятся без спутников. То же можно сказать и о галактиках. Млечный Путь и туманность Андромеды имеют подобающие им «свиты» в виде гораздо меньших, чем они, звездных систем.

Европейцы, впервые попавшие в южные моря, заметили на небе два странных облака. В отличие от обычных облаков, они не меняли формы, их не гнал ветер, но зато вместе со всем звездным небом они участвовали в кажущемся суточном движении небосвода. Похожие на оторванные клочки Млечного Пути, загадочные облака были впервые описаны одним из участников экспедиции Магеллана и в честь великого португальского мореплавателя получили наименование Магеллановых Облаков.

Магеллановы Облака — спутники нашей Галактики. Большее из них имеет поперечник в двадцать шесть тысяч световых лет и отстоит от Земли на сто двадцать пять тысяч световых лет. Диаметр Малого Магелланова Облака составляет семнадцать тысяч световых лет, и оно ближе к нам на шесть тысяч шестьсот световых лет.

Каждое Облако — огромная звездная система, кажущаяся сравнительно небольшой лишь рядом с Млечным Путем. Многие миллионы звезд входят в их состав, в том числе и переменные звезды. Вездесущие цефеиды, в изобилии населяющие Магеллановы Облака, позволили уверенно оценить с Земли их удаленность. Есть в Магеллановых Облаках звездные скопления и туманности. Диковинкой среди последних выглядит исполинская газовая туманность из созвездия Золотой Рыбы с поперечником в шестьсот пятьдесят световых лет, по сравнению с которой

знаменитая туманность Ориона кажется пигмеем.

С первого взгляда Магеллановы Облака представляются бесформенными скопищами звезд. Но, присматриваясь к ним, мы замечаем (как установил в 1954 году французский астроном Вокулёр), что оба Облака имеют слабо выраженную спиральную структуру.

Рядом с туманностью Андромеды виднеются ее два спутника. В отличие от Магеллановых Облаков им не присвоены собственные наименования. Но в каталог туманностей они уже давно занесены. Один из них был замечен еще Мессье, в каталоге которого он фигурирует под обозначением М32. Кстати сказать, в том же каталоге туманность Андромеды обозначена как М31, а туманность в созвездии Треугольника — как М33.

Второго спутника туманности Андромеды мы в каталоге Мессье не найдем. Для этого придется раскрыть другой каталог. Он составлен в конце XIX века астрономом Дрейером и носит название «Новый общий каталог» (по-английски — «New General Catalogue»). В нем каждый объект содержится под определенным номером, который вместе с начальными буквами английского названия каталога (NGC) составляет его обозначение.

Второй спутник туманности Андромеды стоит в каталоге Дрейера под номером 205, поэтому его и обозначают так: NGC 205. Что поделать, звездных систем так много, что придумать для каждой из них собственное наименование и сложно, да и, пожалуй, ненужно. Куда проще говорить о какой-нибудь галактике NGC 4486; правда, это несколько сухо, но для астронома вполне понятно.

У каталога Дрейера есть два дополнения под названием «Index Catalogue» (IC). Поэтому некоторые звездные системы обозначаются и так: 1С 1214.

Спутник М32 напоминает собой гигантское шаровое звездное скопление. Он слегка сплюснут и наибольший его поперечник составляет около четырех тысяч триста световых лет, что в четырнадцать раз превышает диаметр наибольшего из известных нам звездных шаров. Второй спутник — NGC 205 — немногим больше и сплюснутее первого, но по своему строению вполне на него походит.

В составе свиты туманности Андромеды известны еще два спутника, увидеть которые с Земли, впрочем, не легко. Разглядеть их удалось американскому астроному Бааде только в 1944 году. Это так называемые эллиптические галактики, внешне похожие на слегка сплюснутые шаровые скопления, но по размерам близкие к первым двум спутникам.

В ближайших окрестностях трех крупных галактик —

Млечного Пути, М31 и М33, — кроме их спутников, наблюдается еще свыше десятка мелких звездных систем, как будто нарочно брошенных в этот уголок Вселенной, чтобы подчеркнуть контрасты, которыми богат мир галактик. Все они образуют то облако из звездных систем, которое современные астрономы называют местной системой галактик.

Наши скромные соседи действительно не блещут своими размерами. В отличие от трех гигантских галактик местной системы их можно назвать карликовыми галактиками. Следует при этом, конечно, помнить об относительности наших характеристик — то, что мы сейчас посмели назвать карликами, невообразимо огромно по сравнению не только с Землей, но и со всей солнечной системой.

Несколько слов о наиболее замечательных из этих «исполинских пигмеев».

Вот галактика из созвездия Скульптора, замеченная только в 1938 году. Это самая близкая к нам самостоятельная звездная система — она почти в шесть раз ближе туманности Андромеды. Зато по поперечнику галактика из Скульптора в полсотни раз уступает наибольшим галактикам нашей местной системы, поэтому ее и нелегко заметить.

По форме галактика из созвездия Скульптора напоминает шаровое звездное скопление, превышая последнее по диаметру почти в десять раз. В ней нет ни звездных скоплений, ни газовых или темных туманностей. Астрономы, живущие где-нибудь внутри этой галактики, могут благодарить природу за удивительно «чистые» небеса. Какой поразительный вид имеет наша Галактика, рассматриваемая с какой-нибудь окраины галактики из Скульптора! Наш великий Млечный Путь занимает там на небе в длину около 30 градусов!

В созвездии Печи есть другая «карликовая» галактика. Она в два с лишним раза больше предыдущей — ее диаметр равен шести тысячам световых лет. В ней и звезды расположены гуще, и внутри нее есть свои шаровые звездные скопления, — короче говоря, галактика из созвездия Печи небезуспешно пытается соперничать с гигантскими галактиками.

А вот еще один «карлик» — галактика Барнарда, названная так по имени известного американского астронома прошлого века, впервые ее увидевшего. В отличие от уже знакомых нам карликовых звездных систем эта галактика не имеет геометрически правильной формы. Она напоминает какой-то висящий в пространстве клочок светящегося тумана. В ней есть и звездные скопления и газовые туманности.

Упомянем еще одну карликовую галактику 1С 1613. Всего

лишь около двух с половиной миллионов звезд составляет эту звездную систему, выглядящую жалким поселком по сравнению с нашим звездным городом.

Самая далекая из карликовых галактик местной группы виднеется с Земли в созвездии Кита. Луч света преодолевает от нее расстояние за 1,3 миллиона световых лет. Она по своей неправильной форме и размерам похожа на галактику 1С 1613 — ее поперечник близок к четырем тысячам световых лет.

Мы убедились, что даже в сравнительно небольшом объеме космического пространства, занимаемом местной группой галактик, наблюдается большое разнообразие. Гигантские звездные спирали и крохотные шаровидные карликовые галактики; системы, включающие в себя полтораста миллиардов звезд, и звездные «облака», едва насчитывающие в своем составе несколько миллионов звезд. И все это видно по соседству с нами! Не вправе ли мы ожидать, что, проникая дальше в бездны звездного мира, нам придется встретиться с еще большим многообразием объектов?

В поисках ответа на этот вопрос отправимся в Московский государственный университет.

Рядом с университетом за красивой чугунной оградой виднеются астрономические башни Государственного астрономического института имени известного астронома-большевика Павла Карловича Штернберга. По широкой лестнице, обрамленной колоннами, мы входим в главное здание института и, поднявшись на второй этаж, останавливаемся у двери одной из лабораторий. Здесь работает выдающийся советский исследователь звездной Вселенной профессор Борис Александрович Воронцов-Вельяминов.

— Вас интересует, над чем мы сейчас работаем? — спрашивает профессор, приглашая нас к рабочему столу. — Вот, посмотрите…

Перед нами большие листы, на которые наклеены странные фотографии. Их общий сероватый фон усеян тысячами беспорядочно разбросанных темных точек и пятнышек.

— Это — новейший фотографический атлас неба, — видя наше недоумение, поясняет профессор. — Он составлен американскими астрономами по фотоснимкам, которые в течение тысяча девятьсот сорок девятого — тысяча девятьсот пятьдесят шестого годов были получены на обсерватории Маунт-Паломар. Здесь, на снимках, почти все небо. Каждая его область снята дважды — через красный и через голубой светофильтры, что сильно облегчит изучение физической природы звезд и галактик. Для астрономов новый атлас — просто золотая россыпь. Ведь

здесь сняты миллиарды звезд и тысячи галактик!

Мы вполне понимаем энтузиазм ученого, но галактик на снимках, честно говоря, не видим. Где же величественные звездные системы, хорошо знакомые нам по фотографиям в популярных книжках?

— Вы не видите галактик? Подождите.

Профессор достает сильную лупу, похожую на небольшой микроскоп, и предлагает нам повнимательнее рассмотреть фотографии.

Удивительно — в лупу некоторые из серых пятнышек сразу обнаруживают свою космическую природу: глаз отчетливо видит крошечную серую спираль — как бы миниатюрное изображение знакомой нам спиральной галактики. Луч света летел со скоростью 300 тысяч километров в секунду многие миллионы лет, прежде чем, пойманный человеком, он оставил на фотопластинке изображение этих далеких миров.

Изображения звезд и галактик на картах нового атласа негативные. Поэтому непривычно выглядят серовато-белое небо и темные звезды. Но астрономы предпочитают лишний раз не перепечатывать изображениянебесных тел. При фотографических процессах какой-нибудь дефект на пластинке или фотобумаге, всегда возможный, может быть принят за звезду или галактику. К сожалению, в истории астрономии такие случаи были, так что лучше избегать этих неприятностей.

— Вы, наверное, ожидали увидеть меня за телескопом, — улыбаясь, говорит профессор, — а выходит, что галактики удобнее изучать в микроскоп! И вы знаете, — шутливо добавляет он, — я себя чувствую почти Левенгуком. Он удивлялся, впервые увидев в микроскоп на редкость разнообразный мир мельчайших живых существ, а я поражен не менее — ведь мир галактик еще многообразнее.

В своеобразной фотокартотеке, составленной Б. А. Воронцовым-Вельяминовым, сотни увеличенных изображений отдельных галактик. Многие из них открыты только теперь, на фотокартах паломарского атласа. Любопытно, что при составлении атласа «мимоходом» на негативах было обнаружено четыре необыкновенных астероида с орбитами, близко подходящими к Земле, одиннадцать новых комет, тринадцать новых шаровых звездных скоплений, восемьдесят две планетарные туманности и даже четыре новые карликовые галактики, принадлежащие к местной группе галактик. Все это — в окрестностях Земли. Что же касается глубин Вселенной, то в них паломарский атлас зафиксировал не менее нескольких сотен новых далеких звездных систем.

Предоставив ученым всех стран возможность работать на «золотой россыпи» паломарского атласа, американские ученые проявили тем самым деловое стремление к международному сотрудничеству, которое советские астрономы могут только приветствовать — ведь примеры такого отношения к научным исследованиям были показаны ими уже много раз.

— Нет, вы только посмотрите, как богата природа, — с увлечением говорит Борис Александрович, показывая один за другим «портреты» незнакомых нам галактик. — Вот эта галактика напоминает Сегнерово колесо, а у этой галактики вовсе отсутствует правильная форма. Есть галактики, просто поражающие своей причудливой формой. Возможно, что некоторые галактики по своей форме напоминают палку — трудно понять, как сохраняет устойчивость и не распадается такая необычайная звездная система, но факты, как говорят, — упрямая вещь. И наряду со всем этим — стройные спиралеобразные системы, очень схожие с нашим Млечным Путем или туманностью Андромеды. Кстати, вы видели звездные коридоры и мосты?

Профессор показывает нам фотографии галактик, напечатанные в одном научно-популярном астрономическом журнале.

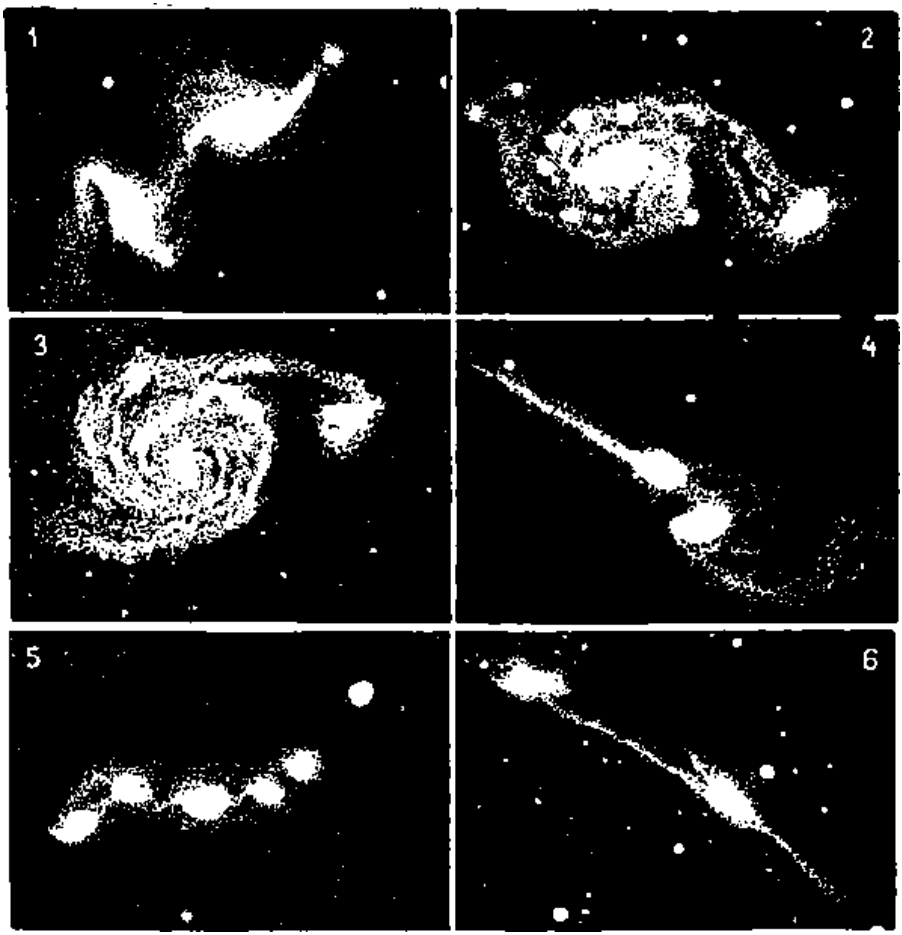
— Вот эта светлая полоска, соединяющая две галактики, — поясняет он, — состоит из звезд. Ее толщина около шести тысяч шестисот световых лет при длине двести тридцать тысяч световых лет. Действительно, это какой-то коридор между двумя звездными системами. Таких коридоров уже немало открыл американский астроном Цвикки. По исследованиям Вокулёра, между Большим Магеллановым Облаком и нашей Галактикой также есть коридор, соединяющий обе звездные системы. Возможно, что наиболее яркие звезды, которые мы видим на небе, входят в этот коридор, образуя как бы его начало. А вот другое странное образование: галактики погружены в какой-то общий светящийся туман, состоящий, по-видимому, главным образом из звезд, быть может, с некоторой примесью газа и пыли. Таких галактик теперь известны тысячи. Значит, прав советский астроном профессор Эйгенсон, который еще в довоенные годы доказывал, что межгалактическое пространство не пусто, а заполнено своеобразной плазмой из звезд, газа и пыли. Теперь это можно считать твердо установленным фактом.

— Вы знаете, любопытная вещь, — продолжает Борис Александрович. — Копаясь в старых книгах, я обнаружил, что еще в прошлом веке сначала Вильям и Джон Гершель, а потом ирландский любитель астрономии лорд Росс видели в свои

гигантские зеркальные телескопы некоторые из галактик с коридорами или мостами. И не только видели, но и зарисовали. Но, отметив факты, они не смогли, конечно, их объяснить— ведь в ту пору даже существование других галактик еще не было доказанным. Признаться, и теперь мы еще многого не понимаем из того, что видим в мире звезд. Ясно, пожалуй, только одно: прежние представления о галактиках, как об однотипных звездных системах, безнадежно устарели. Сейчас меня больше всего интересуют взаимодействующие галактики. Вот, например, такие…

На фотографиях — причудливо изогнутые, с какими-то странными хвостами пары, а иногда и группы близких между собой галактик. Первые из них называются двойными галактиками, вторые — кратными. И тех и других известны уже тысячи.

— Взаимодействующими я называю те из двойных или кратных галактик, у которых заметно искажение их формы, вызванное, по-видимому, действием одной галактики на другую, — говорит Борис Александрович. — Взаимодействие может проявляться по-разному. Одни галактики соединены между собой коридорами или мостами, у других пар видны выступы, направленные в противоположные стороны — как будто между галактиками действуют какие-то мощные силы отталкивания. Третьи, наконец, как я уже говорил, погружены в общую светящуюся массу. Нередко видны сразу все три формы взаимодействия. Нельзя сказать, что только близкие между собой галактики обладают необычной формой. Есть и совершенно изолированные звездные системы очень странного вида. Здесь еще многое загадочно и непонятно. Может быть, одиночные галактики изменили свою форму в прошлом, взаимодействуя с какой-нибудь другой галактикой, а потом так и остались искаженными. Однако сейчас известно уже много тысяч близких галактик, которые могут быть названы взаимодействующими. Почти все из них являются и взаимопроникающими. На фотоснимках это, правда, не всегда видно — нужна большая экспозиция, более чувствительные пластинки и, конечно, высокая прозрачность атмосферы тогда взаимопроникновение взаимодействующих галактик станет очевидным. А пока это единственный вывод из того, что мы знаем о разреженной периферии нашего. Млечного Пути, туманности Андромеды и других галактик. Кстати сказать, некоторые из галактик, считавшиеся раньше эллиптическими, или неправильными, при внимательном рассматривании паломарского атласа оказались спиральными. Звездных спиралей больше, чем думали до сих пор.



Взаимодействующие галактики.

Профессор протягивает нам «фотопортрет» двух галактик, напоминающих собой по форме обыкновенных земных мышей.

— Как вам нравятся эти космические мышки? — улыбается он. — Отнеситесь к ним с уважением — ведь хвост правой из них имеет толщину пятьсот световых лет, а длину не меньше шести тысяч шестисот световых лет (он ведь виден в проекции, которая всегда укорачивает предмет). Это типичный пример взаимодействующих галактик У других галактик замечены тонкие, сильно изогнутые хвосты, по форме похожие на усики некоторых жучков или антенны. Усики, которые вы видите у галактики NGC 4038—9, тянутся в длину не менее чем на сто двадцать тысяч световых лет при толщине в три тысячи световых лет. Перемычки и большинство хвостов видны плохо и обнаружить их трудно. Весьма возможно, что их на самом деле

гораздо больше и все эти образования встречаются почти повсеместно. Если бы я вас не предупредил, что перед вами галактики, соединенные звездными коридорами, вы, возможно, приняли бы это за фотографии каких-то бус, — говорит профессор, показывая на снимок.

На другом снимке мы видим что-то вроде двух шкивов, соединенных ремнем, — это двойная галактика NGC 3556.

На следующем снимке — спиральная галактика, на одной ветви которой «болтается» нарушающий стройность картины какой-то непонятный сгусток. Уж не знаменитая ли это туманность из созвездия Гончих Псов, которую еще Мессье занес в свой каталог под номером М51? Ее «фотопортрет» мы много раз встречали в популярных книгах по астрономии.

— Ошибаетесь, — улыбается профессор, — это не М51, а ее двойник — одна из очень далеких галактик. Но природа у двойников сходна. И там, в М51, и здесь мы видим две галактики — спираль и сгусток, соединенные общим коридором. Звездная спиральная ветвь здесь непрерывно переходит в коридор — самое, пожалуй, убедительное доказательство звездной природы межгалактических перемычек. То же, впрочем, можно сказать и о «хвостах», какие бы причудливые формы они ни принимали. Задача современной звездной астрономии, — заканчивает Б. А. Воронцов-Вельяминов, — заключается в объяснении этих фактов. Двойных и кратных галактик так много, что образоваться при случайном сближении звездных систем они, конечно, не могли. Виктор Амазаспович Амбарцумян привел в последние годы трудно опровержимые доказательства того, что галактики, подобно звездам, образуются совместно и что процесс их возникновения, а не только старения и смерти происходит и в настоящую эпоху.

В начале текущего века формы близких между собой галактик пытались объяснить обычными приливными силами. Но ведь в таких случаях выступы галактик должны напоминать в какой-то степени, например, приливные горбы водной оболочки Земли. На самом же деле мы видим иное. Посмотрите еще раз на фотографию «мышек». Огромные хвосты их слегка изогнуты и направлены в противоположные стороны, тогда как на частях галактик, обращенных друг к другу, вовсе нет никаких приливных горбов. Здесь даже и звезды расположены не очень густо.

Нельзя рассматривать и звездные коридоры, как своеобразное видоизменение приливных горбов. Ведь по теории приливов, приливные горбы у своего основания значительно толще, чем у вершины. Совсем иное мы видим в звездных коридорах.

Было время, когда даже спиральную форму галактик

пытались объяснить действием приливных сил. По приливной теории получалось, что две спиральные ветви, выходящие из ядра галактики, должны быть закруглены в одну сторону.

Природа и на этот раз показала, что она сложнее, чем мы о ней думаем. Среди множества спиральных галактик паломаоского атласа найдено несколько уникальных экземпляров, в которых ветви закручены в противоположные стороны.

Астрономы Бюраканской обсерватории на Кавказе в последние годы тщательно исследуют удивительные голубые галактики, которые по неизвестным пока причинам очень сильно излучают ультрафиолетовые лучи.

А в апреле тысяча девятьсот пятьдесят девятого года мне с помощью американских астрономов удалось открыть совершенно новый, неизвестный до сих пор тип небесных тел — исполинские спирали из светящегося газа, своеобразные газовые галактики. В отличие от обычных галактик звезд в них очень мало и в основном они сформированы из ионизированных газов. Свечение газовых галактик еще не нашло себе полного объяснения.

Вывод, мне кажется, ясен. Силы тяготения не могут объяснить многообразие галактик. В мире звездных систем действуют, по-видимому, какие-то новые, незнакомые нам пока силы. В одних случаях мы видим несомненные следы мощного отталкивания, совершенно, конечно, не объяснимого ньютоновским законом притяжения. В других случаях действует притяжение, но изменяется оно, как показывают некоторые факты, обратно пропорционально не квадрату, а, скорее всего, кубу взаимного расстояния тяготеющих тел. Взаимодействие галактик не похоже и на проявление электрических или магнитных сил, — говорит в заключение Борис Александрович. — Повторяю, и в этом я убежден: не все в Космосе можно описать с земной точки зрения, используя законы только известных нам на Земле сил. Даже на Солнце, например, в движении протуберанцев мы видим такое, что заставляет нас задуматься. Это у нас под боком, на расстоянии каких-нибудь полутораста миллионов километров. Что же удивительного, если в мире известных нам галактик, из которых наиболее далекие отстоят от Земли на миллиарды световых лет, происходит что-то для нас новое, пока еще непонятное?

БЕСКОНЕЧНА ЛИ ВСЕЛЕННАЯ?

Как-то однажды, еще в школьные годы, мне попалась в руки необычная книжка. Название ее я позабыл, но содержание книги запомнилось на всю жизнь.

Книжка была написана лет тридцать назад, когда об атомах и электронах знали еще мало. Атом представляли себе тогда как «миниатюрную солнечную систему»; роль Солнца выполняло ядро, вокруг которого в качестве планет обращались электроны.

Увлеченный, по-видимому, этой аналогией, автор заинтересовавшей меня книжки утверждал, что вся Вселенная построена по принципу подобия. Электроны, по его мнению, это действительно крошечные планетки. На некоторых из них обитают еще более крошечные живые существа. Жителям электронов ядра атомов кажутся чем-то вроде звезд. Поэтому, если бы мы смогли уменьшиться настолько, что электрон показался бы нам величиной с земной шар, Вселенная предстала бы нам почти в таком же виде, в каком мы ее сейчас и наблюдаем.

Но тогда, рассуждал автор, почему бы не предположить, что Земля наша — электрон, а солнечная система — атом, входящий в состав какого-то невообразимо большого Тела. Другие атомы, или, точнее, ядра атомов, того же Тела мы называем звездами и так как наши размеры чрезвычайно малы по сравнению с Телом, то мы и не можем представить себе его внешний вид.

Если, однако, продолжает автор, мы увеличились бы настолько, что Тело по отношению к нам стало бы таким небольшим предметом, как, например, эта книга, то мы попали бы тогда в какой-то неведомый нам мир гигантских, исполинских предметов. Таинственный, не поддающийся нашему воображению сверхмир, как называют его те, кто убежден, что он реально существует! Мысль о нем как будто подчеркивает потрясающее нас чувство ничтожества Земли.

Но почему, собственно, ничтожества? Ведь по принципу подобия, рассуждает автор необычной книжки, миры разного масштаба не ограничиваются только тремя ступенями — микромиром, нашим миром и сверхмиром. Вселенная, по его мнению, это лестница с бесчисленным множеством ступеней. Планеты сверхмира являются электронами в еще более грандиозном «сверхсверхмире», и так до бесконечности. Бесконечность есть и в другую сторону: электроны микромира также должны состоять из мельчайших сверхэлектронсв, которые в «микромире» должны играть роль планет. Такое уменьшение миров также продолжается до бесконечности. Мы же, наш мир,

находимся где-то посередине между этими двумя бесконечностями.

Признаюсь, что не сразу я понял, о чем идет речь. А потом, когда до моего сознания дошла идея автора, она показалась мне грандиозной, как сама Вселенная. Захватывало дух и становилось жутко, когда я пытался представить себе построенную по принципу подобия бесконечную Вселенную. В моем сознании проносились какие-то «микрокоровки», пасущиеся на лугах одного из электронов, и фантастически незнакомые очертания предметов сверхмира.

С тех пор прошло много лет, и теперь совершенно ясно, что автор поразившей меня книжки ошибался. Его принцип подобия бесконечно обеднял природу. Настоящая, реальная Вселенная гораздо сложнее, чем та, в которой однообразно повторяются разные по масштабам, но очень близкие по свойствам миры. Нет, про такую Вселенную хочется сказать словами великого русского писателя Ф. М. Достоевского, что это «скучища неприличнейшая».

Вы ждете конкретных опровержений принципа подобия? Они уже давно найдены современной физикой.

Между солнечной системой и атомом различий гораздо больше, чем сходств. Перечислим только некоторые из них.

Планеты обращаются вокруг Солнца по определенным устойчивым орбитам. Иначе ведут себя электроны: вокруг ядра атома один и тот же электрон может обращаться по разным орбитам, перескакивая время от времени с одной орбиты на другую.

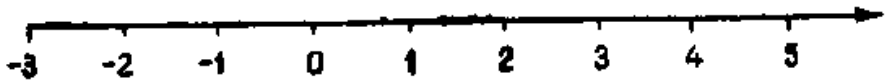
Можно ли назвать ядра атомов звездами, то есть раскаленными газообразными шарами? Даже сам вопрос звучит неясно — ведь понятие «раскаленный газ» чисто земное понятие, прямо не применимое к микромиру. Электроны и ядра атомов ни в коем случае нельзя представлять себе в виде маленьких твердых шариков. На самом деле их природа, их свойства гораздо сложнее, и аналогию между небесными телами и микрочастицами провести очень трудно.

Наконец, в микромире господствуют иные силы, чем в окружающем нас Космосе. Закон всемирного тяготения не играет здесь существенной роли. Электроны обращаются вокруг ядер атомов, подчиняясь электростатическим силам взаимного тяготения. Частицы, входящие в состав атомных ядер — протоны и нейтроны, — удерживаются в нем особыми ядерными силами, природа которых еще неясна, но которые, безусловно, нельзя отождествить ни с силами тяготения, ни с другими известными нам силами.

Микромир — это особый мир чрезвычайно сложных явлений,

мир, управляемый особыми, совсем неземными законами природы.

Значит, уже первый шаг вниз по уводящей в бесконечность лестнице показывает, что природа богаче, чем мы иногда о ней думаем. Она ни в чем не повторяется, и с уменьшением размеров мира коренным образом меняются и качественные стороны явлений.



Числовая ось.

Во Вселенной иначе и не может быть — количественные изменения всегда и непременно должны сопровождаться изменениями качественными. В этом выражается один из основных, главных законов природы, закон перехода количества в качество.

Что же касается сверхмира… Не будем, впрочем, забегать вперед. Мы еще вернемся к таинственному сверх-миру, а сейчас попробуем ответить на главный вопрос, который поставлен в заголовке этой главы: бесконечна ли Вселенная?

Слово «бесконечность» мы употребляем часто, не всегда, однако, правильно понимая его смысл. В математике, знакомой вам с первых лет обучения в школе, бесконечность встречается постоянно. Вспомним некоторые примеры из области математики, которые помогут нам лучше понять, что такое бесконечность.

На рисунке изображена числовая ось. Это бесконечная прямая, на которой выбрано начало отсчета, направление отсчета и определенный масштаб. В этом случае на числовую ось можно нанести все, например, натуральные (то есть целые положительные) числа.

Сколько их всего, этих чисел? Я почти слышу ваш ответ: «Бесчисленное множество». Это означает, что среди натуральных чисел нет наибольшего числа, что легко доказать от противного.

Допустим, что N — наибольшее натуральное число. Тогда $N + 1$ будет также числом натуральным и большим, чем N. Придя к противоречию, мы доказали тем самым, что натуральных чисел сколько угодно, бесчисленное множество.

Следовательно, прямая, изображенная на рисунке, может быть продолжена вправо как угодно далеко. Конечно, то же можно сказать и о ее продолжении влево, где может быть нанесено на прямую бесчисленное множество целых отрицательных чисел.

Думаю, что сказанное понятно всем читателям. Иначе говоря, вы поняли на этом примере, что такое бесконечность. Но можете ли вы ее себе представить? Сомневаюсь. Вот в руке у вас палка с одним концом — а он у вас в руке, а другого конца нет — палка уходит в бесконечность. «Видите» ли вы в своем сознании всю эту палку? Нет, не видите и не увидите, если даже закроете глаза и напряжете свою волю.

Понять, что такое бесконечность, можно, однако представить ее себе нельзя. Наш мозг способен создать представление лишь о тех вещах или предметах, которые мы когда-то видели, то есть предметах ограниченных, конечных размеров. Фантазия может скомбинировать знакомые нам предметы в нечто новое и кажущееся поначалу неведомым. Но, увы, и в этом трагедия всех фантастов, в самых, казалось бы, невероятных измышлениях мы всегда сумеем найти те или иные черты знакомых нам по нашему человеческому опыту предметов.

Бесконечных предметов мы никогда не видели, не ощущали, а потому и представить себе их не можем.

Не следует думать, что бесконечность есть только неограниченное повторение чего-то конечного. Бесконечность качественно отличается от ограниченного, конечного. У нее есть особые, только ей принадлежащие свойства.

Снова покажем это на простых примерах из области математики.

На рисунке изображена числовая прямая, начало отсчета которой обозначено точкой 0. Есть ли справа у этой нулевой точки соседняя, то есть самая близкая к ней точка? Не спешите отвечать утвердительно. Давайте лучше попробуем указать, найти на числовой прямой эту соседнюю точку.

Может быть, точка, обозначенная 1, соседняя? Чувствую, что вы не соглашаетесь — ведь середина отрезка, соединяющего точки 0 и 1, ближе к нулевой точке, чем его правый конец. Нельзя, однако, и эту середину назвать соседней точкой, так как, поделив отрезок между ней и точкой пополам, мы найдем новую точку 1/4, которая, конечно, ближе к 0, чем точка 1. Но ведь этот процесс деления нового отрезка пополам можно снова продолжить и затем продолжать до бесконечности. Обиднее всего, что до соседней точки мы так и не доберемся, потому что от заветной нулевой точки нас всегда будет отделять половина делимого отрезка. Вывод неожиданный, но и несомненный: любая точка любой прямой не имеет рядом с собой соседних, то есть самых близких к ней точек.

А вот второй пример. Для ограниченных, конечных вещей существует очевидная аксиома: часть меньше своего целого.

Например, часть этого листка бумаги меньше всего листа. Выполняется ли эта аксиома в «мире бесконечностей»? Проверим.

Напишите натуральные числа

1 2 3 4 5 6…

Знак «…» означает, что за цифрой 6 следует еще бесчисленное множество натуральных чисел. Теперь под каждым из них напишите его квадрат, то есть

1 2 3 4 5 6…

1^2 2^2 3^2 4^2 5^2 6^2…

В верхнем ряду столько же чисел, сколько и в нижнем — вы просто во втором ряду написали те же числа, что и в первом ряду, но только над каждым из них приписали двойку — значок степени.

Раскроем теперь смысл этого значка, напишем результат возведения в степень:

1 2 3 4 5 6…

1 4 9 16 25 36…

Что же получилось? В первом ряду мы видим все натуральные числа, а во втором ряду только часть натуральных чисел (так, например, нет чисел 2, 3, 5, 6, 7, 8 и т. д.). Но от возведения в степень количество чисел во втором ряду не изменилось. Значит, по-прежнему в первом ряду столько же чисел, сколько и во втором. Следовательно, часть равна целому — обе бесконечности (верхний ряд и нижний ряд) оказались в этом смысле равными.

Приведенные примеры показывают, что с бесконечностью надо обращаться осторожно. Не все, что верно для ограниченного, конечного, остается правильным и для бесконечности.

Небольшой экскурс в область математики позволит нам теперь лучше понять астрономическую проблему бесконечности Вселенной.

То, что Вселенная нигде не может иметь конца или края, понимали еще наиболее передовые из древнегреческих философов. Например, у философа Архита мы встречаем такие рассуждения:

«Пусть я нахожусь на самом краю мира, на небесной тверди. Могу ли я протянуть руку или жезл во внешнее пространство или нет? Нелепо предполагать, что я не могу протянуть руку. Если же протяну, то внешнее окажется или телом, или пространством. В каждом таком случае мы можем перейти на эту новую полученную границу и задать тот же вопрос. Поскольку жезл будет каждый раз наталкиваться на нечто новое, ясно, что так будет и бесконечно… Таким образом, и тело и пространство оказываются бесконечными».

Если отбросить наивные представления Архита о «небесной тверди», то его мысль вряд ли опровержима.

Действительно, мы не можем представить себе, что Вселенная где-то кончается, так как за этим «концом» ведь что-то должно быть, хотя бы «пустое» пространство. Отсюда и был еще в древности сделан вывод о бесконечности Вселенной.

В средние века, в эпоху господства церкви, идеи о бесконечности Вселенной считались еретическими и просто безбожными. Бесконечностью, по мнению церковников, мог обладать только бог, а не мир. Жестоко приходилось расплачиваться тем, кто, подобно Джордано Бруно, осмеливался противоречить церкви.

Но прошли века, учение Коперника получило всеобщее признание, и снсва, в XVIII веке, ряд ученых и философов выступил в защиту идей о бесконечности Вселенной. Тем не менее уже тогда были осознаны некоторые трудности, связанные с признанием бесконечности Вселенной. Одна из них, получившая впоследствии название фотометрического парадокса, заключается в следующем. Если звезд во Вселенной бесчисленное множество и они распределены в пространстве равномерно, то тогда с Земли в любом направлении должна находиться какая-нибудь звезда. В этом случае все небо должно быть таким бесконечно ослепительным, что даже Солнце на его фоне казалось бы черным пятном. Но этого нет, значит, число звезд во Вселенной ограниченно, значит, Вселенная где-то кончается.

Фотометрический парадокс смущал и астрономов XIX века, тем более что в конце века, в 1896 году, немецкий астроном Зеелигер добавил к нему еще второй, «гравитационный» парадокс.

Зеелигер подсчитал, что в бесконечной Вселенной, равномерно заполненной звездами, относительные скорости звезд должны быть бесконечно большими, чего не наблюдается. Как будто и отсюда следовало, что Вселенная где-то ограничена.

Начало нового, XX века не принесло с собой правильного разрешения загадочных парадоксов. Наоборот, посчитав их за доказательство ограниченности Вселенной, некоторые буржуазные ученые сделали попытку представить себе, какова же она, эта «конечная Вселенная». Началось создание «моделей мира», то есть схем, дававших в самых общих и упрощенных чертах картину мироздания.

Не прошел мимо этого увлечения и величайший физик нашей эпохи — Альберт Эйнштейн. Создатель гениальной теории относительности, являющейся основой современного естествознания, Эйнштейн сделал ряд выводов, вовсе не

следующих неизбежно из его теории. Но великое имя сделало популярными ложные идеи. Модель «конечной Вселенной» стала излюбленной темой многих других буржуазных ученых и популяризаторов науки.

Попробуем понять, как изображает мир эта пресловутая «модель».

Представьте, что на рисунке изображены отрезок длиной *a,* квадрат со стороной, равной этому отрезку, и куб, длина ребра которого также равна *a.* Три геометрических образа — отрезок, квадрат и куб — обладают, как говорят математики, разным числом измерений.

Отрезок имеет только одно измерение — длину. О толщине идеального геометрического отрезка говорить не приходится — она считается равной нулю. Квадрат имеет два измерения — длину и ширину, но не имеет высоты или толщины. Наконец, куб обладает всеми тремя измерениями — длиной, шириной и высотой.

Вполне естественно, что окружающее нас пространство называют пространством трех измерений, или, сокращенно, трехмерным пространством. Ведь любой предмет, который мы видим вокруг себя, имеет подобно кубу три измерения — длину, ширину и высоту.

Представьте себе плоскость, идеальную геометрическую плоскость, не имеющую толщины. Математики называют ее пространством двух измерений, или двухмерным пространством, так как любая фигура на плоскости имеет только два измерения — длину и ширину. То же можно сказать и о любой поверхности, например поверхности шара, которая в идеальном случае (в геометрии) также не имеет толщины. Можно, наконец, говорить и об одномерном пространстве — так математики называют любую линию, вдоль которой можно измерять только длину. Математики всегда абстрагируют, то есть отвлекаются при своих рассуждениях от некоторых свойств реальных вещей. Это неизбежно, в этом суть математики, так как сразу исследовать любой предмет во всей его бесконечной сложности, конечно, невозможно. Абстракция необходима и часто очень полезна. Не удивляйтесь поэтому, если я вам скажу, что математики вводят понятие пространства' нулевого измерения, понимая под этим громким названием обыкновенную, не имеющую ни длины, ни ширины, ни толщины геометрическую точку.

Итак, мы теперь знаем, что такое пространство трех, двух, одного и нулевого измерений. Существует ли пространство четвертого измерения? Абстрактно, чисто математически ничто не мешает нам ввести понятие четырехмерного, пятимерного и

вообще «-мерного пространства. Длина отрезка на нашем воображаемом рисунке равна *a,* площадь квадрата — a^2, объем куба — a^3. Значит, под величиной a^4 мы можем понимать объем куба четвертого измерения, наглядно представить который наше сознание, однако, не в состоянии. Это, впрочем, нисколько не мешает современным математикам развивать теорию n-мерных пространств, а физикам использовать эту теорию как удобное средство описания некоторых вполне реальных земных технических процессов.

Сторонники теории «конечной Вселенной» рассуждают так. Если число звезд в мире ограниченно, то как можно доказать, исходя из некоторых положений теории относительности, что трехмерное окружающее нас пространство замкнуто и, следовательно, конечно, хотя и безгранично в том смысле, что, двигаясь в нем, мы никогда не натолкнемся на какую-то его границу, на что-то, отличное от трехмерного пространства?

Понять, о чем идет речь, можно на следующем примере. По глобусу ползает муха. Совершим абстракцию, отвлечение. Допустим, что муха уменьшилась до размеров точки и что эта математическая «муха» может ползать только по поверхности глобуса. В этом случае муха знает только два измерения, так как она может перемещаться только по поверхности, то есть в пространстве двух измерений.

Пространство это (поверхность шара) замкнуто, ограниченно — площадь поверхности глобуса может быть выражена вполне определенным (а не бесконечным) числом квадратных сантиметров. Муха может совершить «кругосветное» путешествие, обойдя, например, глобус по экватору. Но, разумеется, как бы муха ни двигалась, она никогда не встретит края, границы поверхности глобуса, что могло случиться, если бы муха ползала, например, по листу бумаги. В этом смысле поверхность глобуса безгранична, хотя и конечна.

Аналогично выглядит и замкнутое трехмерное пространство «конечной Вселенной». Пространство это конечно, хотя и безгранично. Его объем может быть выражен конечным числом кубических километров. Двигаясь в пространстве все время в одном направлении, можно совершить «кругосветное» путешествие, то есть облететь вокруг всей Вселенной, не встретив какой-нибудь границы ее трехмерного пространства.

Наверное, кое-кто из читателей поспешил сделать вывод, что «конечная Вселенная» похожа на что-то вроде исполинского мыльного пузыря. Это неверно, пример с мухой на глобусе только аналогия. Там — двухмерное пространство, здесь — замкнутое пространство трех измерений. В этом принципиальная разница. С

точки зрения теоретиков «конечной Вселенной», Космос представляет собой шар, но шар четвертого измерения, у которого роль поверхности выполняет замкнутое сфероподобное пространство трех измерений. Так что и не пытайтесь представить себе «конечную Вселенную», а только постарайтесь понять, о чем идет речь.

В 1929 году было обнаружено, что в спектрах галактик темные линии поглощения смещены к красному концу, причем тем больше, чем дальше от нас находится галактика. По нашему, земному опыту мы хорошо знаем, что такое смещение получается при удалении светящегося предмета от наблюдателя. Поэтому был сделан вывод, что все галактики разбегаются от нас в разные стороны со скоростями, возрастающими пропорционально расстоянию галактик от Земли. В этом состоит знаменитый закон красного смещения, открытый известным американским астрономом Хабблом.

Некоторые из зарубежных астрономов истолковали закон Хаббла, как расширение «конечной Вселенной». Так родилась еще одна модная теория — теория расширяющейся Вселенной.

Представьте себе мыльный пузырь, а на его поверхности прилипшие к нему пылинки. Начните раздувать пузырь — его поверхность станет увеличиваться и потому расстояния между пылинками начнут расти. Если бы мы стали очень маленькими и очутились на одной из них, нам бы показалось, что все остальные пылинки удаляются от нас — удаляются потому, что шар раздувается.

Вот так же, или, точнее, подобно этому, по мнению сторонников теории расширяющейся Вселенной, расширяется и весь Космос. Растет объем трехмерного пространства Вселенной и поэтому создается впечатление, что все галактики стремительно разлетаются во все стороны от нас.

Идеалистически настроенные ученые, в том числе и автор теории расширяющейся Вселенной, астроном в рясе епископ Леметр, поспешили сделать из факта «разбегания» галактик далеко идущие выводы. По их мнению, Вселенная расширялась из некоторого начального состояния, в котором она находилась около двух миллиардов лет назад. Тогда вся Вселенная была сжата, как утверждает Леметр, в огромный «первоатом». По вмешательству высших божественных сил этот «первоатом» взорвался и из него образовалась расширяющаяся Вселенная. Так современные служители культа истолковывают библейские легенды о сотворении мира богом.

Стоит ли доказывать, что такие выводы абсолютно неприемлемы для всех, кто разделяет материалистическое

мировоззрение! По учению марксизма-ленинизма, подтвержденному всей практикой человечества, в мире нет ничего, кроме движущейся и изменяющейся материи. Нет нужды ни в каком творце мира по той простой причине, что материя неуничтожима и несоздаваема, то есть она вечна. Естественно поэтому, что прогрессивно настроенные ученые пытались найти иные объяснения фактам, не прибегая к теориям конечной и расширяющейся Вселенной.

Еще в конце XVIII века философ Ламберт выдвинул идею об иерархическом строении мироздания. По его мысли, звезды образуют звездные системы, называемые нами теперь галактиками, которые, в свою очередь, образуют системы — сверхгалактики и так далее, до бесконечности.

В таком устройстве Вселенной есть иерархия, то есть подчинение мелкого более крупному. В каждую более крупную материальную систему меньшие системы входят как составные элементы.

Долгое время идеи Ламберта находились в забвении, пока в 1921 году шведский астроном Шарлье не доказал, что при определенных условиях в бесконечной Вселенной, построенной по идеям Ламберта, не будут иметь места указанные выше парадоксы. Необходимо лишь, чтобы каждая материальная система этой Вселенной обладала вполне определенными, причем возможными в действительности массой и размерами.

Что сумма бесчисленного количества слагаемых может иметь определенное, конечное значение, видно на примере суммы бесконечно убывающей геометрической прогрессии:

$1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16 + \ldots$

Слагаемых здесь бесчисленное множество, но сумма их равна определенному числу — единице. Этот пример в какой-то мере поясняет, каким образом бесчисленное множество звезд может создать конечную светимость ночного неба и конечные скорости звезд. Что же касается красного смещения, то нет никаких оснований считать, что оно верно для всей Вселенной. Наблюдаемые нами галактики действительно разбегаются от нас. Но это может быть вызвано не «раздуванием» пространства, а другими причинами. Почему, например, не допустить, что около двух миллиардов лет назад в той области Вселенной, где мы существуем, произошел какой-то сложный процесс, напоминающий взрыв. Не взрыв таинственного «первоатома», вызванный вмешательством бога, — нет, а вполне естественный, природный взрывной процесс. Ведь то, что мощные взрывы происходят во Вселенной и поныне, это наблюдаемый факт. Вспомните о взрывах на Солнце, о взрывающихся новых и

сверхновых звездах, красочно описанных в книге Б. А. Воронцова-Вельяминова «Очерки о Вселенной».

Что это был за взрыв, какие естественные причины его вызвали — это должна решить наука как одну из наиболее грандиозных загадок, поставленных перед ней природой. Но прибегать для этого к помощи каких-то сверхъестественных, несуществующих сил, конечно, не следует.

Как же все-таки устроен мир? Как себе надо представлять Вселенную?

Схема, предложенная Ламбертом и Шарлье, в *какой-то* степени отвечает наблюдениям. Действительно, наблюдаются облака, состоящие из галактик. Есть серьезные основания думать, что все наблюдаемые нами галактики входят в состав материальной системы еще более высокого порядка — Метагалактики. Подозревают даже, что Метагалактика имеет ядро из галактик, вокруг которого за колоссальные сроки совершают свои обращения миллиарды звездных систем. Предпринимаются, наконец, попытки определить направление с Земли на центр Метагалактики и найти расстояние от нас до этого центра.

И все-таки весь мир, вся Вселенная не может быть устроена так, как представляют ее себе сторонники идей Ламберта и Шарлье. Реальная Вселенная, реальная природа неизмеримо сложнее, чем иерархическая лестница Ламберта. Правильное решение вопроса о бесконечности Вселенной может дать только философия, основывающаяся на всех знаниях, на всем опыте человечества, — философия марксизма-ленинизма. Одним из основных положений марксистско-ленинского учения о мире является принцип неисчерпаемости материи. То, из чего состоит окружающий нас мир и мы сами, — материя, то есть ощущаемая нами объективная реальность, бесконечно многообразна.

Принцип неисчерпаемости материи в сочетании с одним из основных законов природы — законом перехода количества в качество — позволит нам понять, что же такое Вселенная.

Под Вселенной мы понимаем все, что существует. Значит, Вселенная не может быть иной, как только бесконечной. Допустим на мгновение, что Вселенная где-то чем-то ограничена. Следовательно, эта граница отделяет Вселенную от того, что не является Вселенной. Но это противоречит сформулированному нами понятию Вселенной как всего, что существует. Ведь если за границей Вселенной есть что-то, то это что-то является частью всего, то есть частью Вселенной.

Иначе говоря, Вселенная, как все существующее, не может иметь вне себя что-то, так как тогда она не была бы всем. Значит,

Вселенная всеобъемлюща и потому обязательно бесконечна.

Другой вопрос, как понимать эту бесконечность Вселенной. Бесконечности бывают разные, так сказать, разного сорта. Представьте себе взамен реальной Вселенной другую, выдуманную Вселенную, которая состоит из бесчисленного количества совершенно одинаковых шариков диаметром, скажем, 1 сантиметр, равномерно распределенных в бесконечном пространстве. До чего же это скучная, невыносимо однообразная, хотя и бесконечная Вселенная!

Философы для такого типа бесконечности употребляют даже презрительное название — «дурная бесконечность».

К сожалению, Вселенная, построенная по идеям Ламберта и Шарлье, это тоже «дурная бесконечность». В ней молчаливо предполагается, что во всей Вселенной главной, доминирующей силой является сила взаимного ньютоновского тяготения и что материя во всей Вселенной существует главным образом только в виде звезд и звездных систем. Иначе говоря, видимое, наблюдаемое нами в маленькой, ограниченной части Вселенной совершенно неоправданно распространяется на всю бесконечную Вселенную.

По существу, модель мира Ламберта — Шарлье мало чем отличается от упомянутой в начале главы модели мира, построенного на основании принципа подобия. И в той и в другой моделях материя гнетуще однообразна. И там и здесь нет перехода количества в качество, на любой ступени иерархической лестницы действуют одни и те же законы и встречаются, по существу, одни и те же формы материи.

На самом же деле Вселенная неизмеримо богаче. Не только в микромире главенствуют иные силы, чем на Земле. В мире галактик, как уже говорилось, закон тяготения, по-видимому, не является господствующим. Как в свое время в микромире, так сейчас в Космосе ученые столкнулись с новыми, неизвестными, но, конечно, вполне познаваемыми силами. Что же тут удивительного? Ведь галактики и расстояния между ними так велики по сравнению с земными предметами, что было бы весьма странным, если бы такая чудовищная разница в размерах, то есть в количестве, не сопровождалась появлением новых качеств, то есть сил и взаимодействий.

Материя неисчерпаема во всех своих проявлениях. Это означает, что никакая конкретная, частная форма материи не может быть всеобщей. В противном случае, обедняя материю, мы приписывали бы ей «дурную бесконечность». Значит, ни звезды, ни галактики, ни атомы, ни электроны не могут быть бесчисленными. Их в природе невообразимо много, но общее

число звезд и галактик все же конечно.

Во Вселенной, несомненно, существуют такие формы материи и такие силы, о которых мы пока не имеем ни малейшего представления. Вселенная — это мир, составленный из бесчисленного множества разнообразных во всех смыслах и отношениях миров. В одних мирах действуют одни законы и силы, в других — другие.

Единство всех этих миров и, следовательно, Вселенной — в их материальности. Все миры «пронизаны» материей — единственной объективной, существующей независимо от нас реальностью. Иначе говоря, всем им свойственно объективное существование.

Бесконечное многообразие материи выражается и в ее непрерывных изменениях. Как бы не удовлетворяясь ничем конкретным, конечным, материя непрерывно изменяется, выявляя тем самым способность к ничем не ограниченным проявлениям своего существования.

В поле зрения телескопа видны далекие галактики.

Бесконечно многообразна Вселенная. Бесконечно разнообразен и прекрасен Мир, неисчерпаемый в полном смысле этого слова. Сказанное о Космосе, разумеется, относится и к микромиру, доказательства многообразия которого физика приносит каждый день.

Сколько новых «элементарных» частиц открыто за последние годы, и кто осмелится утверждать, что все они уже исчерпаны!

Астрономия подошла к открытию дозвездного состояния вещества и новых сил природы. Кто отважится заявить, что никаких новых загадок не встретится больше на ее пути?

Вселенная полна загадок. Те или другие загадки природы всегда будут мучить человечество, сколько бы оно ни существовало и каких бы успехов наука ни достигла. Считать, что когда-нибудь вся Вселенная во всем своем бесконечном многообразии будет познана человеком, это значит приписывать человеку то сверхъестественное всеведение, которое сторонники религии считают неотъемлемым свойством божества.

Но мозг человека — замечательное произведение природы. Он, как показывает вся человеческая практика, правильно отражает действительность. Он способен методами науки отделять истинное от ложного. Он может неограниченно долго и неограниченно глубоко познавать Мир.

С каждым годом мощь научных средств, применяемых для изучения Вселенной, быстро возрастает. На наших глазах возникла радиоастрономия, быстро расширившая в несколько раз радиус доступной наблюдению части мироздания. Появились электронные телескопы, дающие высококачественные изображения небесных тел. И что самое замечательное — астрономия постепенно превращается в экспериментальную науку. С помощью· искусственных спутников Земли и космических ракет небесные тела начинают изучаться непосредственно, тогда как в течение тысячелетий единственной связующей нитью между Человеком и Космосом были лучи света.

В конце концов познание Вселенной есть главная цель человечества.

Все, что делает человек для облегчения своей жизни на Земле, нужно ему не для безделья и праздности, которые чужды природе человека. Завершив великие социальные перемены, объединенное человечество будущего все свои силы и все свои способности направит на познание и покорение природы.

«В необъятной Вселенной безмерно долго будут возникать для нас один за другим новые нерешенные вопросы, — писал выдающийся русский астроном Федор Александрович Бредихин, — таким образом, перед человеком лежит уходящий в бесконечность путь научного труда, умственной жизни с ее тревогами и наслаждениями».

ЧЕЛОВЕК — ГРАЖДАНИН ВСЕЛЕННОЙ

Тысячи лет назад первобытный человек поднимал свое звероподобное лицо к небу. Оно казалось ему таинственным и враждебным, как весь окружающий его мир. Единственным своим домом он мог считать только ту пещеру, которая предохраняла его от буйства стихий и ярости хищных животных.

Шли века. Человекообразные существа постепенно превратились в человека. Началась человеческая история, точнее говоря — тот период жизни человечества, о котором мы располагаем более или менее подробными сведениями. Теперь уже человек стал считать себя не только хозяином собственного дома, но и гражданином своего государства.

Потребовались века, прежде чем великими представителями человеческого рода была сформулирована мысль о всеобщем братстве всех людей независимо от пола, возраста и национальности. Человек был провозглашен гражданином всей нашей планеты, всей Земли! Но, провозгласив эту истину, надо было указать реальные пути к ее достижению. Ныне этот путь найден и по нему идут все прогрессивные государства во главе с Советским Союзом.

Путь к объединению всего человечества в единую дружную семью лежит через борьбу и страдания. Силы зла препятствуют этому доброму делу. Они хотят остановить то, что неодолимо.

Неизбежно придет время, когда объединенное человечество, освобожденное от пут капиталистического строя, всю свою энергию направит на изучение и покорение природы. Вот тогда Человек станет не только полноправным хозяином своей планеты, но и выйдет на простор Космоса, как гражданин Вселенной.

«Человечество не останется вечно на Земле, — писал К. Э. Циолковский, — но, в погоне за светом и пространством, сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство».

Эти вещие слова сбываются на наших глазах. Помните, как изображался звездочет в пушкинской «Сказке о Золотом петушке»? Чудаковатый старик, увенчанный синим остроугольным колпаком с золотыми звездами, — что, кажется, может быть никчемнее такого звездочета?

К сожалению, даже в наши дни есть люди, которые считают астрономов кем-то вроде пушкинского звездочета. Плохо знакомые с наукой о звездах, они думают, что астрономия весьма далека от практической жизни человека и потому вряд ли приносит какую-нибудь практическую пользу.

Может быть, кое-кто, взглянув на обложку этой книги, решит, что загадки Вселенной его вовсе не касаются и лучше вместо этого заняться каким-нибудь другим практически полезным делом.

Ах уж эти чересчур практичные люди! Слишком узко, почти по-первобытному понимают они слово «практика»!

Бесспорно, было время, когда практические применения астрономии носили весьма ограниченный характер. Пожалуй, вплоть до XX века «земные» применения астрономии ограничивались лишь определением местоположения на земном шаре по звездам и измерением времени. Любопытно, что теперь такие применения астрономии отходят на второй план. В наши дни существуют автоматические приборы, помогающие штурману корабля или самолета находить свое местоположение на земле. Недалеко время, когда надобность в астроориентировке вовсе отпадет.

Когда-то самыми идеальными часами считался вращающийся вокруг оси земной шар. Но теперь созданы кварцевые и атомные часы, ход которых настолько равномерен, что по ним определяют неравномерности во вращении Земли.

Современная астрономия находит свое применение в самых различных областях практической жизни человека.

Изучая метеоры, мы узнаем свойства верхних слоев атмосферы, что очень ценно для науки. По наблюдениям явлений, происходящих на Солнце, уже давно осуществляются прогнозы радиослышимости и магнитных бурь. Придет время, и Солнце поможет нам уверенно предсказывать погоду.

Атомная энергия была сначала изучена на Солнце и звездах, а затем уже ее научились добывать на Земле. Как известно, в водородной бомбе используется тот же процесс превращения водорода в гелий, какой совершается в недрах Солнца. Но Солнце дает нам жизнь, а водородные бомбы грозят смертью. Использование атомной энергии для военных целей — ложный, преступный путь. Ее можно и должно использовать только в мирных целях, не для разрушения, а для созидания.

Уже сейчас существуют проекты «искусственных солнц». Под этим понимают созданные человеком светящиеся и греющие тела, питаемые атомной энергией, которые в будущем в виде искусственных спутников Земли будут содействовать настоящему Солнцу в его жизнетворной деятельности. И в решении этой вполне практической задачи немалая роль принадлежит астрономии.

Придет время, и человечество не только освоится с полетами по солнечной системе, но и использует некоторые из планет и

спутников для своего расселения. Именно об этом и мечтал Циолковский.

Наша Земля велика и прекрасна. Человек сделает все, чтобы жизнь на Земле стала еще несравненно лучше, чем теперь. Но подумайте о далеком будущем. Быстро увеличивающемуся населению Земли когда-нибудь покажется тесной даже вся наша планета. Ему захочется заселять новые планетные миры. Это не будет «колонизаторством» — такое слово станет чуждым и непонятным нашим потомкам. Высокая нравственная культура Человека коммунистического будущего исключает какое-либо хищническое насилие не только над другими обитателями Земли, но и над подобными ему разумными жителями других планет.

Если Человеку встретятся подобные существа на других планетах солнечной системы, то он вместе с ними будет продолжать «завоевание околосолнечного пространства».

В ту эпоху астрономия станет играть почти такую же роль, какую ныне выполняет география. Кто же может отрицать практическую роль астрономии при освоении Человеком солнечной системы?

Но если вы думаете, что этим будет поставлен предел могуществу Человека, то глубоко ошибаетесь. Уже сейчас ученые и инженеры задумываются над проектами так называемых фотонных ракет, на которых Человек, развив скорость, близкую к скорости света, сможет в будущем совершать полеты к ближайшим звездам и обращающимся вокруг некоторых из них планетам!

Человек — гражданин Вселенной! Нет предела его могуществу, нет преград, которые он не мог бы преодолеть, и нет загадок, которые не могла бы разрешить его пытливая мысль!

notes

Примечания

1

Слово «зодиак» означает «пояс зверей», то есть пояс из созвездий, которые в древности считались изображениями различных зверей.

2

А е. — астрономическая единица, равная среднему расстоянию от Солнца до Земли.

3

Гермография происходит от слова «Гермес» — греческое имя бога Меркурия.

4

Биллион — миллион миллионов (10^{12}).

5

А. Г. Масевич. История Солнца. Изд. «Молодая гвардия», 1955.

6

Подробнее см. книгу: Г. С. Жданов Лучи-разведчики. Изд. «Молодая гвардия», 1957.